

De mogelijke hinder van een 8 MW windpark langs de Zuidermeerdijk (NOP) voor vogels

L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans

IBN-rapport 028

547393

Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek
Wageningen

ISSN: 0928-6888

1993

IBN - DLO
Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek
Bibliotheek
Postbus 9201
6800 HB ARNHEM

IBN - DLO
Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek
Postbus 167
1790 AD DEN BURG - TEXEL

IBN-RAPPORT

INHOUD

VOORWOORD	5
1. INLEIDING	7
2. POTENTIËLE LOKATIE EN INRICHTING VAN HET WINDPARK	8
3. AANPAK VAN ONDERZOEK	10
3.1. Keuze van de soorten	10
3.2. Vogels buitendijks	11
3.2.1. Telgebied	11
3.2.2. Telmethode	12
3.3. Vogels binnendijks	13
3.3.1. Telgebieden	13
3.3.2. Telmethode	14
4. RESULTATEN	16
4.1. Weersgesteldheid	16
4.2. Vogels buitendijks	16
4.2.1. Soorten en aantallen	16
4.2.2. Soorten en aantallen per zone	17
4.2.3. Invloed van het weer op de aantallen en verspreiding van de vogels	19
4.2.4. Vliegbewegingen ter hoogte van het geplande windpark	19
4.3. Vogels binnendijks	24
4.4. De betekenis van de omgeving van de Zuidermeerdijk voor vogels	25
5. EFFECTEN VAN HET GEPLANDE WINDPARK OP DE VOGELSTAND TER PLAATSE	27
5.1. Effecten op buitendijks verblijvende vogels	27
5.2. Effecten op binnendijks verblijvende vogels	28
5.3. Aantal aanvaringsslachtoffers	30

6. INRICHTING EN PLAATS VAN HET WINDPARK	32
DANKWOORD	33
SAMENVATTING	34
LITERATUUR	37
Bijlagen	

VOORWOORD

Windenergie is een schone vorm van energie, en daarom van overheidswege de laatste tien jaar sterk gestimuleerd. Het streven van de regering is erop gericht om in het jaar 2000 in ons land een vermogen van 1000 MW aan windenergie gerealiseerd te hebben.

De nv Energiebedrijf IJsselmij, Zwolle, heeft in 1987-1992 langs de Westermeerdijk in de Noordoostpolder een windpark gerealiseerd met een vermogen van 15 MW. Als vervolg hierop heeft de IJsselmij het voornemen geuit om ook twee windparken van respectievelijk ongeveer 10 en 8 MW langs de Noorder- en Zuidermeerdijk te bouwen. In opdracht van de IJsselmij is door het DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem, een onderzoek verricht naar de mogelijke hinder die deze windparken voor vogels zullen teweegbrengen. In dit rapport wordt verslag gedaan van het onderzoek naar de potentiële hinder van het windpark langs de Zuidermeerdijk voor vogels.

Uit het onderzoek is gebleken dat na plaatsing van 16 driebladige 500 kW windturbines jaarlijks bijna 150 tot meer dan 1500, mogelijk zelfs een paar duizend vogels tegen een windturbine zullen botsen.

Uit het onderzoek is verder gebleken dat na plaatsing van windturbines langs de Zuidermeerdijk per kilometer windpark gemiddeld enkele honderden kuifeenden, enkele tientallen tafeleenden en enkele tientallen wilde eenden het gebied zullen verlaten.

Een duidelijke uitspraak over de invloed van het beoogde windpark op de aantallen ganzen en de verspreiding van deze vogels is niet te geven.

Op grond van de verkregen gegevens wordt geconcludeerd dat het dijktraject tussen paal 32.5 en paal 35.5 vanuit de invalshoek van de vogels de meest gunstige lokatie is voor een windpark langs de Zuidermeerdijk tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug.

dr. J. Veen
hoofd afdeling Dierecologie

1. INLEIDING

Windenergie is, in vergelijking met kolen-, olie- en gasgestookte elektriciteitscentrales, een milieuvriendelijke vorm van energieopwekking. Bij de generatie van elektriciteit door windenergie vindt immers geen emissie van milieuvriendelijke stoffen of warmte plaats. Om die reden is de introductie van windenergie gedurende de laatste tien jaar van overheidswege sterk gestimuleerd. Het regeringsbeleid is erop gericht om in het jaar 2000 een vermogen van 1000 MW aan windenergie gerealiseerd te hebben.

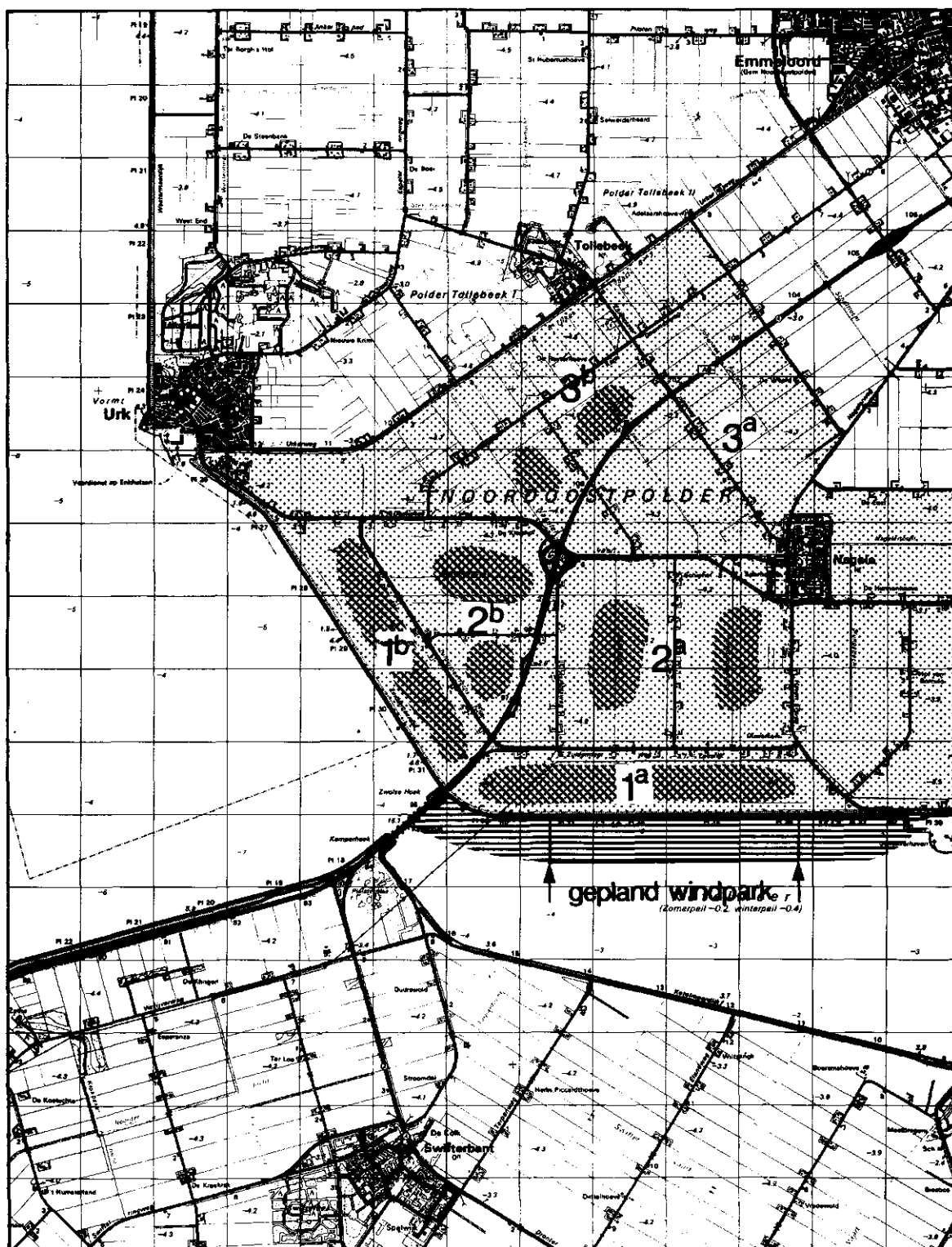
Door de nv Energiebedrijf IJsselmij, Zwolle, is in de jaren 1987-1992 een 15 MW windpark gerealiseerd in de Noordoostpolder tussen Urk en de Rotterdamse Hoek. Thans bestaat de wens een windpark van ongeveer 10 MW langs de Noordermeerdijk en een windpark van ongeveer 8 MW langs de Zuidermeerdijk te realiseren. In verband hiermee heeft de IJsselmij aan het DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem, opdracht verleend voor een onderzoek naar de mogelijke hinder die vogels welke van deze gebieden gebruik maken, van deze windparken zouden kunnen ondervinden.

In het voorliggende rapport wordt verslag gedaan van het onderzoek naar de mogelijke gevolgen van het windpark langs de Zuidermeerdijk voor vogels. In een eerder rapport (Van den Bergh & Spaans 1993) is verslag gedaan van het onderzoek naar de mogelijke hinder van het voorgenomen windpark langs de Noordermeerdijk voor vogels.

De reden voor dergelijke onderzoeken is vooral gelegen in het feit dat het binnen- en buitendijkse gebied van de Noordoostpolder in het winterhalfjaar zeer rijk aan vogels is. Van verscheidene soorten watervogels komen in deze gebieden aantallen voor die in internationaal verband van belang zijn (1%-norm = geregeld 1% of meer van de totale Noordwesteuropese populatie van een vogelsoort aanwezig). Ook in nationaal en regionaal verband is de vogelstand in het onderhavige gebied van betekenis. Vooral tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug komen in het winterhalfjaar grote aantallen watervogels voor. Het Ketelmeer is een zeer belangrijke verblijfplaats voor de kuifeend (*Aythya fuligula*), terwijl er van andere watervogels, zoals de tafeleend (*Aythya ferina*), wilde eend (*Anas platyrhynchos*), meerkoet (*Fulica atra*) en aalscholver (*Phalacrocorax carbo*) eveneens geregeld flinke groepen aanwezig kunnen zijn. In minder omvangrijk groepsverband komen soorten voor als fuut (*Podiceps cristatus*), brilduiker (*Bucephala clangula*), grote zaagbek (*Mergus merganser*) en nonnetje (*Mergus albellus*). Binnendijs vormen de akkercomplexen en graslanden het voedselgebied van grote of kleinere groepen van de toendrarietgans (*Anser fabalis rossicus*), de kolgans (*Anser albifrons*) en de wilde eend. De ganzen zijn merendeels afkomstig van een slaapplek op het Zwarte Meer; soms komen ook vogels van slaapplekken op de Steile Bank voor de kust van Gaasterland en in de Oostvaardersplassen naar dit gebied.

2. POTENTIËLE LOKATIE EN INRICHTING VAN HET WINDPARK

Als locatie voor het beoogde windpark langs de Zuidermeerdijk is de binnenzijde van de dijk tussen paal 33 en 36 uitgekozen (figuur 1). Het windpark zal voorshands bestaan uit 16 windturbines van ongeveer 500 kW (ashoogte ongeveer 35 m, rotordiameter ongeveer 35 m, drie rotorbladen, oppervlakte per blad ongeveer 15 m², 35 omwentelingen per minuut, afstand tussen de windturbines ongeveer 200 m). De windturbines zullen in een lijnopstelling op de dijkvoet aan de binnenzijde van de dijk worden geplaatst. De afstand tussen de windturbines en de waterlijn zal naar schatting ongeveer 60 m bedragen.



Figuur 1. Ligging van het voorgenomen windpark langs de Zuidermeerdijk en van de binnen- (1-4) en buitendijkse telgebieden (gearceerd).

3. AANPAK VAN ONDERZOEK

Hinder van windparken voor vogels kan bestaan uit (1) aanvaringen van vogels met de rotor, mast of het zog achter de windturbines (aanvaringsaspect) en (2) verlies of versnippering van het leefgebied van vogels door aanwezigheid, beweging of geluid van de windturbines (verstoringaspect). In beide gevallen kan het gaan om vogels die in het windpark of de omgeving ervan broeden (broedvogels), er alleen foerageren of rusten/slapen (pleisteraars), of erlangs trekken. In het laatste geval kan het zowel om echte trek of seizoentrek gaan als om lokale slaap- en voedseltrek.

In bijlage 1 zijn de resultaten van elders verricht onderzoek aan windturbines samengevat. De nadruk ligt hier bij onderzoek aan middelgrote windturbines, omdat het in het voornemen ligt om langs de Zuidermeerdijk windturbines te plaatsen die maar weinig groter zijn. Voor het onderhavige onderzoek zijn met name de resultaten van het onderzoek naar aanvaringsslachtoffers en naar verstoring langs de Westermeerdijk (Winkelman 1989) van betekenis, omdat zowel de terreingesteldheid als de vogelstand in dat gebied een grote overeenkomst vertoont met die in het gebied langs de Zuidermeerdijk.

Het buitendijkse gebied langs de Zuidermeerdijk is echter anders gelegen ten opzichte van de heersende windrichting, terwijl het binnendijkse gebied anders ligt ten opzichte van de slaapplekken van de ganzen en zwanen die in de Noordoostpolder foerageren dan het binnendijkse gebied langs de Westermeerdijk. Als gevolg daarvan zijn er langs de Zuidermeerdijk meer vliegbewegingen dwars over de dijk dan ter hoogte van de Westermeerdijk. Aan deze aspecten werd in het onderhavige onderzoek speciale aandacht besteed.

3.1. Keuze van de soorten

Er zijn uit het tot nu toe verrichte onderzoek in binnen- en buitenland over vogelhinder door windturbines geen duidelijke aanwijzingen verkregen dat windturbines een versturende werking hebben op de aantallen en de verspreiding van broedvogels in en rond windparken (zie bijlage 1). Om die reden is dit aspect voor de lokatie Zuidermeerdijk niet verder onderzocht.

Windparken werken wel versturend op langs vliegende vogels tijdens de voor- en najaarstrek (zie bijlage 1). Omdat ons echter geen kwantitatieve gegevens bekend zijn over de dag- en nachttrek van vogels over en langs de binnenzijde van de Zuidermeerdijk en nadere informatie over dit aspect binnen de tijdsplanning van het onderzoek niet was te verzamelen, is ook op dit aspect in het rapport niet verder ingegaan.

Het IJsselmeer en de na de inpoldering ontstane randmeren zijn internationaal zeer belangrijke vogelgebieden, waar tienduizenden watervogels voorkomen. Allerlei verschillende watervogelsoorten, zoals futen, aalscholvers, zwemeenden, duikeenden, zwanen, ganzen, meerkoeten, meeuwen en sterns foerageren op het open water of in de ondiepten, oeverzones en op de banken. Ook hebben veel gebieden, vooral in de oeverzones, de functie van rustgebied voor

grote aantallen watervogels (Beintema *et al.* 1980, Van Eerden & Bij de Vaate 1984, Van der Wal 1981, Osieck 1986, Van den Bergh 1989-1992). Tussen de Noordoostpolder en de polder Oostelijk Flevoland ligt het Ketelmeer, een 1,0-3,5 km breed water, waarin de rivier de IJssel uitstroomt. Het Ketelmeer is gedurende het winterhalfjaar van zeer groot belang als rust- en voedselgebied voor omvangrijke groepen kuifeenden en tafeleenden, terwijl ook andere watervogelsoorten vaak in belangrijke aantallen voorkomen.

Omdat de bouw van een windpark langs de Zuidermeerdijk mogelijk een negatieve invloed zou kunnen hebben op de aantallen buitendijks verblijvende vogels, is aan deze soortgroep bij het onderzoek veel aandacht geschonken.

Bij ieder (wekelijks) bezoek aan het gebied werden alle watervogels genoteerd die aanwezig waren op het water, op de basaltbestorting en op het dijklichaam. De tellingen werden uitgevoerd in trajecteenheden van 100 m, waarbij een zonering werd aangehouden die is ontleend aan Winkelman & Van den Bergh (1987), waardoor de gegevens vergelijkbaar zijn met de resultaten van het onderzoek dat in de jaren 1987-1989 langs de Westermeerdijk werd verricht.

Naast watervogels werden tijdens het onderzoek ook alle andere vogels die op en langs de Zuidermeerdijk aanwezig waren, genoteerd. Het betrof in het algemeen slechts geringe aantallen van soorten als buizerd (*Buteo buteo*), sperwer (*Accipiter nisus*), torenvalk (*Falco tinnunculus*), scholekster (*Haematopus ostralegus*), kievit (*Vanellus vanellus*), wulp (*Numenius arquata*), zwarte kraai (*Corvus corone corone*), bonte kraai (*Corvus corone cornix*) en verscheidene soorten kleine zangvogels. Het binnendijkse gebied tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug maakt deel uit van de foerageerterreinen van ganzen, maar wordt in het algemeen niet zeer frequent door deze vogels gebruikt. De indruk bestaat dat dit vooral het gevolg is van jachtactiviteiten.

3.2. Vogels buitendijks

3.2.1. Telgebied

Het traject van het geplande windpark werd bij deze tellingen aan beide zijden met enige kilometers uitgebreid, zodat het onderzochte gebied het dijkvak tussen Schokkerhaven (paal 37.6) en de Ketelbrug (paal 31.4) besloeg. Bij de wekelijkse tellingen werd steeds begonnen bij paal 37.6 en in de richting van de Ketelbrug gewerkt. Het beginpunt van de tellingen lag bij de strekdam van de havenkom van Schokkerhaven, het eindpunt viel samen met de Ketelmeerzijde van de pijlers van de Ketelbrug.

Het grootste deel van dit dijktraject, namelijk van paal 37.6 tot paal 32.2, ligt oost-west geëxponeerd; ter hoogte van paal 32.2 - 32.0 maakt de dijk een vrij scherpe knik in noordwestelijke richting (figuur 1). Dit punt valt samen met de kruising van de hoogspanningsleiding die van de Flevocentrale naar het transformatorstation Ens loopt en door middel van twee hoge masten over het Ketelmeer wordt geleid.

Door het Ketelmeer loopt een druk bevaren scheepvaartroute van de IJssel in de richting Amsterdam (via de Houtribsluizen) en Friesland. Doordat deze route bijna 1 km buiten de dijk ligt, treedt er door passerende schepen vrijwel geen verstoring van de in het gebied verblijvende vogels op. Het voor fietsers en

voetgangers opengestelde buitendijkse pad werd gedurende de onderzoeksperiode slechts voor controle- en onderhoudswerkzaamheden door personeel van het Waterschap Noordoostpolder gebruikt, waarbij eveneens nauwelijks verstoring optrad. Slechts op 3 maart veroorzaakten werkzaamheden aan de steenbestorting van het dijklichaam ter hoogte van paal 35.2 enige plaatselijke verstoringen.

Er werd steeds geteld van de kruin van de dijk tot 500 m uit de oever. De afstand van de kruin van de dijk tot aan de rand van de steenbestorting bedraagt ongeveer 17 m. Er werd voor de tellingen een afstand van ongeveer 500 m uit de kust aangehouden, omdat bij onderzoek in het verleden (Winkelman & Van den Bergh 1987, Winkelman 1989) is vastgesteld dat 500 m ongeveer de grens is waarbinnen door een ervaren teller nog nauwkeurige gegevens verzameld kunnen worden. Buiten deze zone zullen, zeker bij ruw weer of slecht zicht, gemakkelijk belangrijke aantallen vogels aan de aandacht kunnen ontsnappen. In het seizoen 1992/1993 was het zicht op vijf dagen zeer beperkt en zal de zone van 250-500 m buitendijks niet geheel te overzien zijn geweest.

Afhankelijk van de zichtcondities werd de dijk iedere 300-500 m beklommen, waarbij werd gecontroleerd of zich vogels op de binnenzijde van het dijklichaam of op de daarachter gelegen landerijen bevonden. Hierbij werd er zorg voor gedragen dat de vogels die ter plaatse op het water verbleven, niet verstoord werden, omdat dit de onderzoekresultaten zou kunnen vertroebelen. Daarom werd de dijk beklommen op plaatsen waar zich weinig vogels op het water bevonden en waar de afstand tot de vogels voldoende groot was.

Bij de binnendijkse tellingen werd enige malen hinder ondervonden van jachtactiviteiten, die in december vooral op hazen, in januari op ganzen gericht waren. Ook door landwerkzaamheden traden plaatselijk soms verstoringen op, waardoor belangrijke aantallen vogels zich verplaatsen binnen dit gebied of naar elders uitweken.

3.2.2. Telmethode

De werkwijze bij dit onderzoek kwam geheel overeen met die bij het onderzoek dat in het verleden is verricht naar vogelhinder door het windpark ten noorden van Urk (Winkelman & Van den Bergh 1987, Winkelman 1989) en met die bij het onderzoek dat in 1992/1993 werd uitgevoerd tussen de Rotterdamse Hoek en Lemmer (Van den Bergh & Spaans 1993).

Iedere telling werd zoveel mogelijk op hetzelfde tijdstip van de dag uitgevoerd. Tevens werd bij de tellingen dezelfde rijrichting aangehouden. Gewoonlijk werd omstreeks 09.00-09.30 uur bij paal 37.6 begonnen, zodat er met het licht mee werd waargenomen. De buitendijkse tellingen werden in dit gebied vrijwel steeds uitgevoerd tussen 09.00 en 11.00 uur, maar de duur van de afzonderlijke tellingen was sterk afhankelijk van het aantal aanwezige vogels.

De vogels werden geteld uit een langzaam rijdende auto, waarbij verstoring zoveel mogelijk voorkomen werd. De tellingen werden meestal uitgevoerd door één persoon, die zowel de auto bestuurde, de waarnemingen verrichtte als de gegevens noteerde. Enkele malen was een vrijwillige medewerker behulpzaam bij het waarnemen of bij het noteren van de gegevens.

Het aantal vogels is bij iedere telling zo nauwkeurig mogelijk vastgesteld, waarbij steeds zowel de juiste lokatie langs de dijk als de afstand tot de dijk werd bepaald. De oriëntatie langs de dijk vond plaats aan de hand van de hectometerpaaltjes op de kruin van het dijklichaam. Het traject van 100 m tussen twee paaltjes vormde steeds het uitgangspunt voor het bepalen van de plaats waar een groep vogels zich ophield. De afstand tot de dijk werd geschat op basis van een onderverdeling in zones (tabel 1). De zones zijn niet alle van dezelfde breedte, omdat door het ontbreken van vaste herkenningspunten op het open water de afstanden dichtbij nauwkeuriger zijn te bepalen dan die verder van de dijk af.

Voor iedere 100 m dijktraject werd per vogelsoort en per zone het aantal individuen bepaald. Wanneer groepen vogels waren verdeeld over verschillende hectometervakken of over verscheidene zones, werden deze toegedeeld aan het dijkvakgedeelte of aan de zone waarin zich de meerderheid van de vogels ophield. Van gemengde groepen werd het aantal individuen per soort zo nauwkeurig mogelijk geteld, terwijl in voorkomende gevallen tevens werd aangetekend of de vogels zich op open water, in een wak of op het ijs bevonden. Vliegende vogels werden op het formulier met een pijltje (→) aangegeven. De hoogspanningsmasten in het Ketelmeer ter hoogte van paal 32.0 vormen een belangrijke slaap- en roestplaats voor grote groepen aalscholvers. Ook rusten er op de betonconstructies aan de voet van deze masten vaak groepen wilde eenden, grote mantelmeeuwen (*Larus marinus*) en zilvermeeuwen (*Larus argentatus*). Van deze twee masten valt er één binnen zone 3, de andere ligt buiten zone 4, maar is vanwege de specifieke slaap- en rustplaatsfunctie toch bij de telling meegenomen. Overigens werden vogels die zich op een grotere afstand dan 500 m buitendijks op het open water ophielden, bij de tellingen buiten beschouwing gelaten. Evenmin werd er aandacht geschonken aan de sexe-ratio en de leeftijdsverhouding bij de verschillende vogelsoorten, omdat dit te veel tijd zou vergen.

Genoteerd werden wel steeds: de tijd van waarneming, de weersgesteldheid en eventueel de ijs-situatie, plaats van wakken, aanwezigheid van slaappleatsen op het ijs en de conditie waarin de vogels verkeerden (verzwakt, aangeschoten, gewond door hoogspanningsleiding e.d.).

Bij de weersomstandigheden werden de volgende punten genoteerd: bewolgingsgraad (0-8), neerslag (motregen, lichte regen, zware regen), duur van de neerslag en percentage zon, de zichtcondities (oneindig, licht heilg, 1000 m, 500 m, 250 m of minder dan 250 m), temperatuur, windrichting en windkracht (in Beaufort).

3.3. Vogels binnendijks

3.3.1. Telgebieden

Bij het onderzoek naar het voorkomen en het terreingebruik van vogels op de binnendijkse terreingedeelten lag het zwaartepunt bij de ganzen. Andere vogelsoorten komen in het onderhavige gebied weinig en gewoonlijk slechts in bescheiden aantallen voor. Bij ieder bezoek aan het gebied werden de terreinen tussen de Zuidermeerdijk en de Zuidermeerweg/Havenweg gecontroleerd op de aanwezigheid van relevante vogelsoorten. Tevens werden de

aangrenzende gebiedsdelen tussen de Zuidermeerweg en de Schokkerringweg/Domineesweg gecontroleerd (figuur 1). In het algemeen hielden zich in de winter 1992/1993 in dit gedeelte van de Noordoostpolder slechts weinig ganzen op. Zwanen werden zelfs vrijwel geheel niet aangetroffen, afgezien van kleine aantallen knobbelzwanen (*Cygnus olor*). De ganzen die in het onderhavige deel van de Noordoostpolder voedsel zoeken, zijn merendeels afkomstig van de slaappleaats op het Zwarte Meer.

3.3.2. Telmethode

Langs de Zuidermeerdijk komen soms vrij sterke vliegbewegingen voor van ganzen die zich gedurende de eerste ochtenduren verplaatsen van hun slaappleaats naar de voedselterreinen. Omdat er elders in de Noordoostpolder nog een lokatie voor de vestiging van een windpark onderzocht moest worden (Van den Bergh & Spaans 1993), waar het aspect van de voedseltrek van ganzen (en zwanen) in sterkere mate aan de orde was, werden de ochtendtrekwaarnemingen in het onderhavige gebied in het algemeen na 9.15 uur gestart. Hierdoor is het eerste gedeelte van de ochtendtrek in dit gebied gemist.

De meeste ganzen die in dit gedeelte van de Noordoostpolder werden waargenomen, bleken afkomstig te zijn van de slaappleaats op het Zwarte Meer. Deze vogels bereikten het gebied in het algemeen uit oostelijke richting, een klein deel van de vogels vloog hierbij over het water van het Ketelmeer en moest daardoor de Zuidermeerdijk tussen paal 37 en paal 32 passeren om hun binnendijkse voedselterreinen te bereiken. Naast vogels van de slaappleaats op het Zwarte Meer bezochten ook ganzen van de Steile Bank voor de kust van Gaasterland en de Oostvaardersplassen in Zuidelijk Flevoland enkele malen de voedselgebieden in het gebied tussen Urk, Nagele en de Zuidermeerdijk. Gedurende de korte koudeperiode rond de jaarwisseling maakten enkele duizenden ganzen gebruik van de tijdelijke ijsbedekking op het Ketelmeer om hun slaappleaats naar de onmiddellijke omgeving van hun voedselgebied te verleggen. De vogels hebben toen gedurende een aantal nachten vlak voor de oever langs de Zuidermeerdijk overnacht. Dit veroorzaakte toen een ander vlieggedrag tijdens de ochtend- en avondtrek.

Bij de binnendijkse tellingen werden de vogels opgezocht door in de betreffende gedeelten van de polder alle percelen met behulp van een kijker of telescoop af te zoeken. Een gelokaliseerde groep vogels werd nauwkeurig geteld, waarbij de aantallen individuen per soort werden vastgelegd, terwijl tevens de plaatsen waar de dieren zich ophielden op de topografische kaart werden aangegeven. Hierdoor zijn de afstanden tussen de voedselterreinen en de plaatsen windturbines nauwkeurig te bepalen. Van de groepen ganzen werd de plaats waar zij verbleven, op de kaart ingetekend, terwijl tevens het landbouwkundige gebruik van de betreffende percelen werd genoteerd. Hierbij werden de volgende gebruikscategorieën onderscheiden: gras, wintertarwe, oogstafval van bieten of aardappels, lucerne (groenbemester) en geploegd. Het grondgebruik werd tevens zo nauwkeurig mogelijk in kaart gebracht. Omdat ganzen (en in zekere mate ook wilde eenden) een voorkeur vertonen voor bepaalde typen van grondgebruik, is inzicht hierin belangrijk om later eventueel de mogelijke invloed van de toekomstige windturbines op de jaarlijkse verschillen in de verspreiding van vogels goed te kunnen evalueren.

Ook bij de binnendijkse tellingen werd steeds dezelfde werkwijze gevolgd als bij eerder onderzoek naar het effect van windparken in de Noordoostpolder op vogels (Winkelman & Van den Bergh 1987, Winkelman 1989, Van den Bergh & Spaans 1993), zodat de gegevens onderling vergelijkbaar zijn.

4. RESULTATEN

4.1. Weersgesteldheid

Een overzicht van de weersgesteldheid tijdens de tellingen is weergegeven in bijlage 2. In de winter van 1992/1993 kwamen langdurige perioden voor met krachtige tot stormachtige wind, soms zelfs aanwakkerend tot zware storm. Ook kende deze winter lange perioden met mist, vaak met een zicht van slechts enkele honderden meters. Rond de jaarwisseling was er een periode met matige tot strenge vorst, waardoor het IJsselmeer en het Ketelmeer gedurende enige tijd grotendeels met ijs bedekt raakten. Ook binnendijs waren toen de meeste sloten en vaarten dichtgevroren.

Van de elf tellingen werden er vier uitgevoerd tijdens mistig weer met een zicht van meestal minder dan 500 m. Op twee mistdagen viel er nu en dan lichte motregen. Twee tellingen werden uitgevoerd tijdens krachtige wind (windkacht 6-7 Beaufort), terwijl het op vijf teldagen rustig en helder weer was.

Het waarnemen op afstanden van enkele honderden meters werd soms in ernstige mate bemoeilijkt door de mist. Zo kon op 24 december, 6 januari, 3 februari, 10 februari en 24 februari niet steeds de gehele zone 4 op 250-500 m uit de kust worden overzien, terwijl ook de tellingen van de binnendijkse gebieden op die dagen veelal moeizaam en niet overal compleet konden worden uitgevoerd. Waarschijnlijk zijn er onder dergelijke omstandigheden groepen vogels onopgemerkt gebleven.

De langdurige periode met harde of krachtige wind uit westelijke richtingen heeft zeker invloed gehad op het voorkomen en de verspreiding van de watervogels op het Ketelmeer langs de Zuidermeerdijk. Bij harde of krachtige wind (windkracht 6-7 Beaufort) wijken watervogels namelijk uit naar beschutte plaatsen.

In het Ketelmeer zoeken de watervogels bij harde of krachtige wind uit zuidelijke of zuidwestelijke richting gewoonlijk beschutting langs de Ketelmeerdijk in Oostelijk Flevoland, tussen de Ketelbrug en het Vossemeer. Kleine aantallen vogels verblijven onder dergelijke omstandigheden in de Schokkerhaven en achter het dijklichaam bij de Ketelbrug. In voorkomende gevallen zal er in het hiernavolgende worden ingegaan op de invloed van bepaalde weersomstandigheden op de aantallen, de verspreiding en het gedrag van watervogels op het Ketelmeer.

4.2. Vogels buitendijs

4.2.1. Soorten en aantallen

Er werden in de periode van half december 1992 tot begin maart 1993 in totaal elf tellingen in het gebied uitgevoerd (tabel 2). De getelde totale aantallen vogels en de aantallen per vogelsoort per teldag zijn in bijlage 3 opgenomen. In totaal werden er bij de elf tellingen in dit gebied 41 vogelsoorten waargeno-

men, waarvan er 28 tot de groepen van de watervogels en steltlopers behoorden (tabel 2, 3).

Bij iedere telling maakten watervogels het leeuwedeel uit van de in dit gebied aanwezige vogelsoorten, waarbij vooral de kuifeend en wilde eend vaak in groot aantal aanwezig waren. Ganzen verbleven slechts gedurende een korte tijd in dit gebied en waren alleen talrijk in de eerste helft van januari.

Steltlopers en meeuwen waren doorgaans in bescheiden aantal aanwezig, en hetzelfde geldt voor andere geregeld waargenomen soorten, zoals blauwe reiger (*Ardea cinerea*), buizerd, spreeuw (*Sturnus vulgaris*) en zwarte kraai. Onregelmatig of incidenteel werden verder de volgende soorten nog gesignaleerd: sperwer, torenvalk, holenduif (*Columba oenas*), graspieper (*Anthus pratensis*), witte kwikstaart (*Motacilla alba*), grote lijster (*Turdus viscivorus*), kramsvogel (*Turdus pilaris*), koolmees (*Parus major*), bonte kraai en ekster (*Pica pica*).

De waargenomen totale aantallen zijn per soort en per zone nader uitgewerkt in tabel 3 en bijlage 3.

4.2.2. Soorten en aantallen per zone

Verreweg de meeste vogels werden tijdens de tellingen langs de Zuidermeerdijk aangetroffen in zone 1, dus op een afstand van 0-50 m van de dijk (tabel 3). Ook in zone 2 (50-100 m van de dijk) verbleven belangrijke aantallen vogels. Op meer dan 100 m buiten de dijk waren in het algemeen slechts geringe aantallen vogels aanwezig. Hetzelfde gold voor het dijklichaam. Zowel op de steenbestorting, het basalttalud, de asfaltweg als het grastalud verbleven per telling in de regel slechts bescheiden aantallen vogels.

Het talrijkst vertegenwoordigd waren steeds de duikeenden, waarvan vooral de kuifeend in sterke mate op de voorgrond trad. Het totale aantal getelde kuifeenden tijdens de elf tellingen was 39 162, waarvan er niet minder dan 31 135 (= 79,5%) in zone 1 verbleven. Dit is 75% van alle vogels die tijdens de elf tellingen in zone 1 werden vastgesteld. Met een totaal geteld aantal van 5287 vogels was de tafeleend aanzienlijk minder talrijk dan de kuifeend. Tafeleenden waren vrij gelijkmatig verdeeld over zone 1 (2716 vogels of 51,4%) en zone 2 (2382 vogels of 45,1%).

Andere soorten duikeenden kwamen slechts incidenteel of in zeer gering aantal langs de Zuidermeerdijk voor. Zo maakte het totaal getelde aantal van de brilduiker (327 vogels) slechts 0,5% uit van alle in het gebied waargenomen vogels. Ook zaagbekken verbleven in het algemeen in bescheiden aantal in het onderzochte gedeelte van het Ketelmeer. Het talrijkst was de grote zaagbek, met een totaal geteld aantal van 421 vogels (= 0,6% van het totale aantal vogels), terwijl nonnetje en middelste zaagbek (*Mergus serrator*) slechts in zeer gering aantal werden gezien.

Bij de zwemeenden trad de wilde eend sterk op de voorgrond, met een totaal geteld aantal van 11 093 vogels (16,5% van alle waargenomen vogels). De grootste aantallen wilde eenden verbleven in zone 1 (32,9%) en zone 2 (18,5%), terwijl ook op de basaltbestorting en de glooiing van het dijkstalud (zone 5) belangrijke aantallen wilde eenden verbleven (1876 vogels = 16,9%). In zone 3 hielden zich soms eveneens vrij veel vogels van deze soort op (totaal geteld

1766 vogels = 15,9%). Nog verder van de dijk nam het aantal wilde eenden af tot een totaal van 1135 vogels (10,2%). In zone 3 en 4 verbleven vrij veel vogels op en nabij de betonnen voetconstructie van de hoogspanningsmasten. Andere soorten zwemeenden waren slechts in zeer geringe aantallen in het gebied aanwezig.

Van de andere watervogelsoorten waren vooral de aalscholver en de meerkoet belangrijk. De aalscholver gebruikt de beide hoogspanningsmasten in het Ketelmeer als slaap- en roestplaats. Er kunnen in deze constructies honderden aalscholvers aanwezig zijn. Omdat de tellingen echter in de vroege ochtenduren werden uitgevoerd, wanneer de aalscholvers zich over een groot gebied verspreid hebben om te foerageren, geven de verzamelde cijfers een onvolledig beeld van de aantallen vogels die in het gebied voorkomen.

Wel werd vastgesteld dat in het algemeen slechts zeer geringe aantallen aalscholvers voorkomen in de directe nabijheid van de Zuidermeerdijk. Tijdens de elf tellingen werd geen enkele aalscholver aangetroffen in zone 1, terwijl slechts 38 vogels werden geteld in zone 2 (tabel 3).

Met een totaal geteld aantal van 6790 (10,1% van het totaal getelde aantal vogels), is de meerkoet een vrij belangrijke vogelsoort in dit gebied. Meerkoeften verbleven vooral in zone 1 (48,5%), minder in zone 2 (15,6%), bijna niet in zone 3 (0,8%), doch opvallend veel in zone 4 in de nabijheid van de hoogspanningsmasten (18,2%). In het algemeen verbleven er slechts geringe aantallen meerkoeten op het dijklichaam in de zones 5-7.

Meeuwen werden tijdens de tellingen slechts in bescheiden aantallen langs de Zuidermeerdijk aangetroffen. Het talrijkst waren de stormmeeuw (*Larus canus*) en de kokmeeuw (*Larus ridibundus*). Daarnaast werden relatief vrij grote aantallen gezien van de grote mantelmeeuw, vooral in de omgeving van de hoogspanningsmasten, die ook door deze vogels al rustplaats benut worden.

De tijdens de buitendijkse tellingen waargenomen ganzen (bijlage 3) betroffen vooral overvliegende vogels. Bij bespreking van de vogels in de binnendijkse gebieden wordt nader ingegaan op het voorkomen van ganzen in dit gebied. Wel relevant voor de situatie in het buitendijkse gebied is het feit dat gedurende de koude periode rond de jaarwisseling belangrijke aantallen kolganzen en toendrarietganzen de nacht doorbrachten op het ijs vlak langs de Zuidermeerdijk. Bij de telling op 6 januari werd de aanwezigheid van ganzenslaapplaatsen vastgesteld in de zones 2 en 3 tussen paal 31.8 en paal 31.5. De vogels in kwestie foerageerden gedurende die periode in groot aantal op de binnendijkse akkers tussen de Zuidermeerdijk en de Zuidermeerweg.

Van de overige waargenomen vogelsoorten kwam de fuut weliswaar geregeld, doch in bescheiden aantal voor op het open water langs de Zuidermeerdijk. De meeste futen werden gezien in de zones 1 en 2; verder van de dijk werd deze soort nauwelijks gezien. Nu en dan werden een of enkele blauwe reigers gezien, vooral op de basaltglooiing, op het talud van de dijk of vissend in de zones 1 en 2. Op het grastalud van de Zuidermeerdijk foerageerden nu en dan groepen kieviten en kleine groepjes wulpen. Van de kievit werd verder slechts eenmaal een boven zone 1 langsvliegend groepje waargenomen.

Op en langs het dijkstalud waren meestal wel enkele buizerds aanwezig, die zich vooral aan de landzijde van de dijk ophielden. Incidenteel werden torenvalk en sperwer aangetroffen. Voorts werden, meestal in zeer klein aantal, nog waar-

genomen: graspieper, witte kwikstaart, koolmees, kramsvogel, grote lijster, spreeuw, zwarte kraai en bonte kraai.

4.2.3. Invloed van het weer op de aantallen en verspreiding van de vogels

De weersgesteldheid is in sterke mate bepalend voor de mate waarin de verscheidene vogelsoorten in het onderhavige gebied voorkomen. In het bijzonder spelen de windrichting en de windkracht een zeer belangrijke rol in de verspreiding van de vogels op het open water langs de Zuidermeerdijk. Doordat het grootste deel van het dijktraject tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug vrijwel oost-west geëxponeerd is, treedt er bij zuidwestelijke winden vaak een sterke golfslag op. Beschutting is er dan voor de vogels in dit traject niet of nauwelijks te vinden.

Onder dergelijke omstandigheden verplaatsen de duikeenden zich gewoonlijk naar de overzijde van het Ketelmeer, waar zij zich concentreren langs de Ketelmeerdijk en achter het hoge dijklichaam bij de Ketelbrug. Bij harde wind uit noordelijke of noordoostelijke richting vinden de vogels wel de nodige beschutting achter de Zuidermeerdijk. In dergelijke situaties concentreren zich grote aantallen watervogels in het onderhavige gebied.

Ook ijsgang heeft een grote invloed op de mate waarin vogels voorkomen en de plaatsen waar zij zich ophouden. Tijdens de koude periode rond de jaarwisseling raakte het grootste deel van het Ketelmeer met ijs bedekt. De watervogels concentreerden zich toen vooral rond enkele grote wakken in de uitstroomzone van de IJssel, enkele kilometers buiten het onderzoeksgebied. In de kleine wakken langs de Zuidermeerdijk hielden zich toen slechts bescheiden aantallen eenden op. Wel bood de situatie toen aan belangrijke aantallen ganzen de gelegenheid om het Ketelmeer direct langs de Zuidermeerdijk gedurende korte tijd als slaapplek in gebruik te nemen. Op deze wijze konden de vogels de afstand tot hun voedselgebieden, die onder normale omstandigheden in dat deel van de Noordoostpolder tussen 15 (Zwarte Meer) en 25 (Steile Bank, Oostvaardersplassen) km bedraagt, reduceren tot enkele honderden meters. Dit had tevens een sterke wijziging van het vlieggedrag rond de geplande lokatie van het windpark ten gevolge.

4.2.4. Vliegbewegingen ter hoogte van het geplande windpark

De aanwezigheid van grote aantallen watervogels op het Ketelmeer en het buitentalud van de Zuidermeerdijk veroorzaakt veel vliegbewegingen, die echter overwegend in de lengterichting van de dijk plaatsvinden of anderszins tot het buitendijkse gebied beperkt blijven. Dit geldt met name voor de duikeenden, zaagbekken en aalscholvers.

Vogels die op het basalttalud en de steenbestorting (zone 5) of op de buitendijkse delen van het grastalud (zone 7) rusten of foerageren, vliegen bij verstoring steeds naar het open water van de zones 1-3. Zij vliegen zelden landinwaarts over de kruin van de dijk. Het betreft in het onderhavige gebied voornamelijk de wilde eend en de meerkoet. Van deze twee soorten is de wilde eend echter eveneens een geregelde bezoeker van de binnendijks gelegen akkers. Wilde eenden verplaatsen zich gewoonlijk in de avondschemer van

hun dagrustplaatsen op de buitenzijde van het dijklichaam of van het water (zones 1-4) over de dijk naar de binnendijkse voedselterreinen. Zij keren gewoonlijk in de ochtendschemer weer naar hun dagrustplaatsen terug. Dit impliceert dat er dagelijks tweemaal verplaatsingen van belangrijke aantallen wilde eenden tussen het open water en het binnendijkse gebied vice versa plaatsvinden. Soms bezoeken de wilde eenden ook in de loop van de dag wel hun binnendijkse voedselterreinen.

Er konden weinig directe waarnemingen worden gedaan van de voedsel- en slaaptrek van de wilde eend. In het algemeen vinden dergelijke verplaatsingen op vrij geringe hoogte plaats, vaak op een hoogte van minder dan 50 m boven de kruin van de dijk. Overigens is hierbij mede bepalend op welke plaats (zone 4, 3, 2, 1 of 5) de vogels opstijgen en waar de voedselgebieden liggen. Eenden die bijvoorbeeld uit de zones 1 en 5 opvliegen naar akkers direct achter de dijk, passeren de kruin van de dijk vaak op slechts enkele meters hoogte, terwijl vogels die uit de zone 4 zich naar landinwaarts gelegen voedselterreinen begeven, gewoonlijk op enkele tientallen meters hoogte de dijk kruisen.

Van de andere soorten en soortgroepen waren vooral van de meeuwen vaak vliegbewegingen over en langs het dijklichaam te zien. Hierbij betrof het overwegend stormmeeuwen en kokmeeuwen, die geregeld in kleine groepjes, ook foeragerend, op de binnenzijde van het dijktafud werden gezien. Landinwaarts gerichte vliegbewegingen van meeuwen werden in het onderhavige gebied nauwelijks waargenomen.

Binnendijs foerageren voornamelijk grote aantallen ganzen. De ligging van de voedselterreinen van deze vogels is sterk afhankelijk van de teeltkeuze en kan van jaar tot jaar daardoor grote verschillen vertonen. Het betreft in het onderhavige gebied vooral toendrarietganzen en kolganzen, die meestal grotendeels gescheiden voorkomen.

De toendrarietganzen foerageren bij voorkeur op akkers met oogstresten van bieten of aardappels, terwijl de kolganzen meestal op gras of wintergraan foerageren. In de winter 1992/1993 waren er in het binnendijkse gebied tussen de Zuidermeerweg en de Zuidermeerdijk echter enkele akkers met veel resten van aardappels en bieten die geruime tijd achtereen door zowel toendrarietganzen als kolganzen bezocht werden.

De ganzen die in dit gebied foerageren, zijn vooral afkomstig van een slaapplek op het Zwarte Meer. Deze vogels kruisen meestal de Zwartemeerdijk tussen de Neushoornweg en de Ramspol en vliegen dan evenwijdig aan de Ramsweg over het binnendijkse gebied. Zij bereiken het voedselterrein tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug derhalve uit oostelijke richting; slechts bescheiden aantallen vogels naderen dit gebied vanaf het Ketelmeer en kruisen de Zuidermeerdijk tussen paal 33 en paal 36. Mogelijk betreft dit overigens vogels die elders, bijvoorbeeld op het Vossemeer of bij de Ramspol, de nacht hebben doorgebracht.

Nu en dan bezoeken ook ganzen die afkomstig zijn van verder weg gelegen slaapplekken, het gebied bij de Zuidermeerdijk. Vogels van de Steile Bank arriveren meestal pas in de loop van de ochtend, wat aannemelijk maakt dat zij eerst andere voedselterreinen in de Noordoostpolder bezocht hebben.

Voedseltrek vanaf de Oostvaardersplassen naar de Noordoostpolder werd vastgesteld in januari. De ganzen, in totaal enkele honderden vogels, naderden

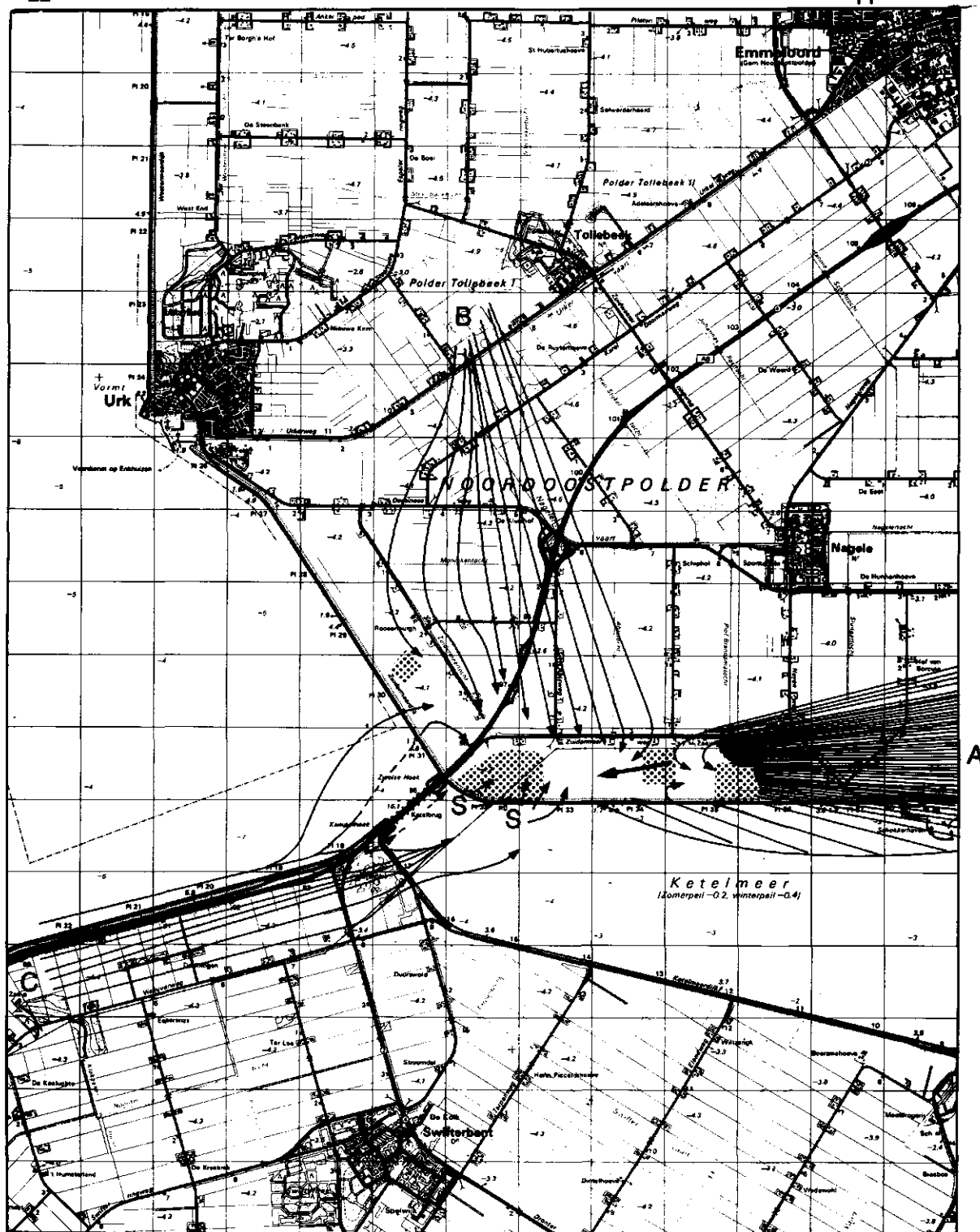
toen de Noordoostpolder over een vrij smal gebied tussen de Visvijverweg en de IJsselmeerdijk in Oostelijk Flevoland, waarbij zij het Ketelmeer ter weerszijden van de Ketelbrug kruisten. Gedurende perioden met sterke vliegbewegingen van ganzen in het onderhavige gebied, die samenvielen met hardnekkige mist, werden onder en nabij de hoogspanningsleiding verscheidene verongelukte kolganzen en toendrarietganzen, alsmede enkele dode kuifeenden en aalscholvers aangetroffen. De belangrijkste informatie betreffende verplaatsingen van ganzen in het onderhavige gebied is weergegeven in figuur 2 en 3. Figuur 2 schetst een beeld van de verplaatsingen tijdens de ochtendtrek in 1992/1993, en is samengesteld op basis van waarnemingen op 24 december en 6 en 13 januari. In figuur 3 zijn de verplaatsingen weergegeven van ganzen na verstoring in het gebied tussen de Zuidermeerdijk en de Zuidermeerweg op 13 januari. Het merendeel van de ganzen week toen uit naar de polder Oostelijk Flevoland en kruiste daarbij zowel de hoogspanningsleiding, de Zuidermeerdijk ter hoogte van paal 32 - 32.5 als het Ketelmeer.

De vlieghoogte van de ganzen op 13 januari was ter hoogte van lokatie A (figuur 2) als volgt: 35 toendrarietganzen op ongeveer 50 m hoogte, 130 toendrarietganzen en 55 kolganzen op ongeveer 10 m hoogte, 45 toendrarietganzen op ongeveer 40 m hoogte, 185 toendrarietganzen en 40 kolganzen op ongeveer 25 m hoogte en 14 toendrarietganzen op ongeveer 60 m hoogte.

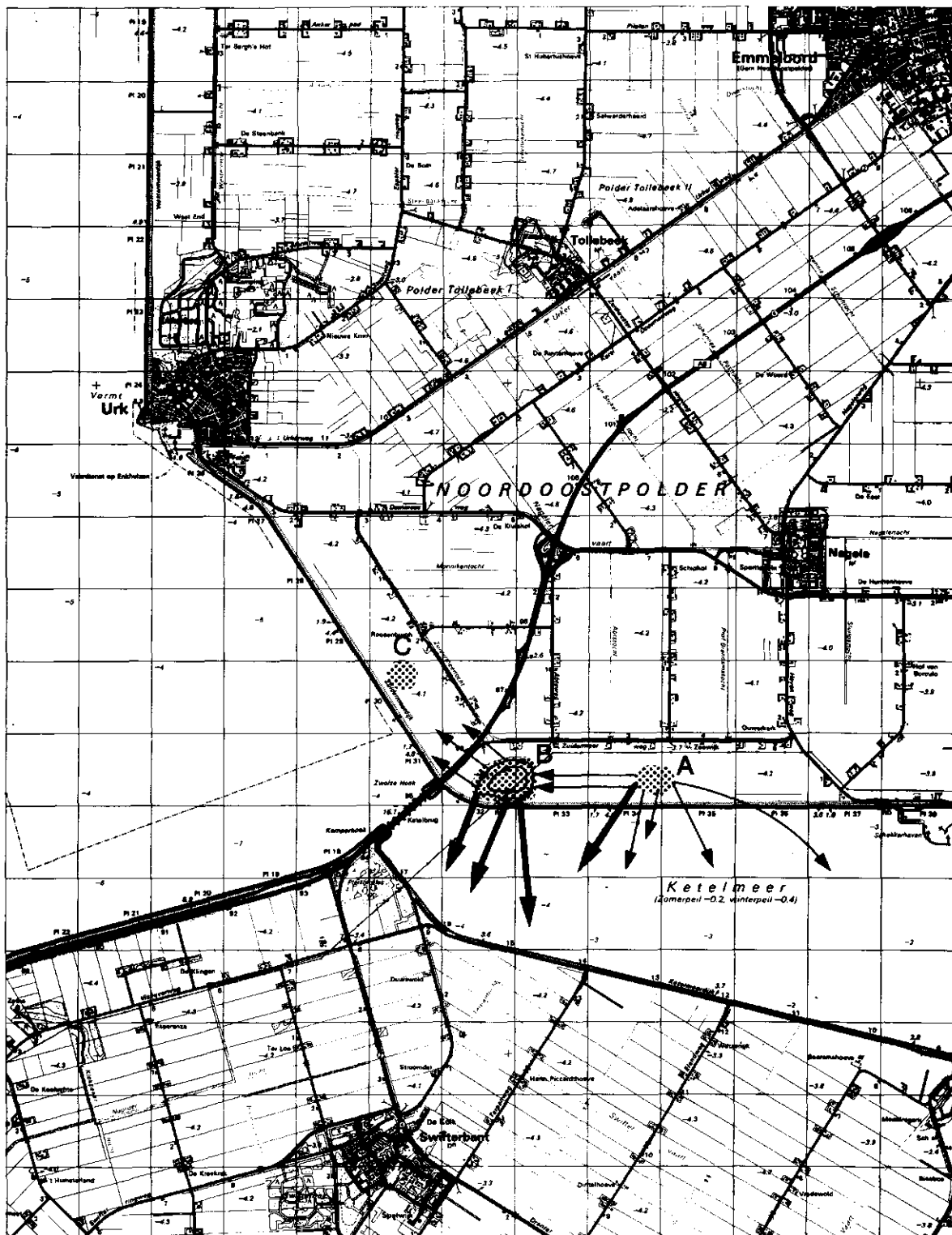
Bij lokatie B, die min of meer onder de hoogspanningsleiding gesitueerd is en in westelijke richting begrensd wordt door het hoge dijklichaam van de oprit van de Ketelbrug, maakten de ganzen eerst enkele cirkelende bewegingen totdat zij een hoogte hadden bereikt boven die van de bliksemraad van de hoogspanningsleiding. Pas daarna kruisten zij de dijk en staken het Ketelmeer over.

Tijdens de koudeperiode begin januari hebben enkele duizenden toendrarietganzen en honderden kolganzen gedurende enkele nachten het ijs rond wakken in de zones 1 en 2 ter hoogte van paal 31.5 - 31.8 als slaapplek benut. Deze lokatie lag slechts enkele honderden meters verwijderd van de binnendijkse voedselterreinen. De ganzen kruisten de dijk tijdens voedsel- en drinkvluchten op 10-30 m hoogte en vlogen onder de hoogspanningsdraden door naar hun foerageerplaatsen. Aan de hand van verse uitwerpselen kon worden vastgesteld dat de ganzen, waarschijnlijk gedurende de nacht, ook de binnenzijde van het grastalud van de Zuidermeerdijk hadden begraasd. Tijdens daglicht werden daar nimmer foeragerende ganzen waargenomen.

Gedurende nachten met veel maanlicht (periode rond volle maan) bezoeken ganzen hun voedselgebieden ook geregeld gedurende de nachtelijke uren. Het is niet bekend, maar wel zeer waarschijnlijk, dat dit ook plaatsvindt in het gebied tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug. Waarnemingen betreffende de vlieghoogte en de vliegrichtingen gedurende de nacht zijn echter niet beschikbaar.



Figuur 2. Aanvliegroutes van ganzen afkomstig van slaapplaatsen op het Zwarte Meer (A), de Steile Bank (B) en de Oostvaardersplassen (C) in het gebied tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug in december 1992 en januari 1993 (S → = slaapplaatsituatie en vliegbewegingen tijdens de koudeperiode in de eerste week van januari).



Figuur 3. Verplaatsingen van ganzen tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug na versterking op 13 januari.

4.3. Vogels binnendijks

De binnendijkse gebieden in het uiterst zuidelijke deel van de Noordoostpolder zijn voornamelijk van betekenis als voedselgebied voor enkele duizenden toendrarietganzen en kleinere aantallen kolganzen, kleine zwanen (*Cygnus columbianus bewickii*), knobbelzwanen en wilde eenden. Bij de tellingen werd de aandacht in eerste instantie gericht op de strook tussen de Zuidermeerdijk en de Zuidermeerweg, omdat alleen de daar voorkomende vogels daadwerkelijk hinder zullen kunnen ondervinden van een ter plaatse te realiseren windpark. Naast de gebieden die direct grenzen aan de Zuidermeerdijk werd, wanneer het zicht dat toeliet, ook het achterliggende deel van de Noordoostpolder geïnventariseerd tot de Urkerweg Urk-Tollebeek en het gebied tussen Tollebeek en Nagele (figuur 1). Op diverse plaatsen in dit binnendijkse gebied werd in voorafgaande jaren geregeld de aanwezigheid van grote aantallen ganzen vastgesteld. In de winter 1992/1993 bezochten de ganzen dit gedeelte van de Noordoostpolder echter slechts in geringe mate.

Zwanen werden in het zuidelijke gedeelte van de Noordoostpolder in de winter 1992/1993 nauwelijks waargenomen. In december waren enige tijd enkele tientallen kleine zwanen aanwezig op bietenakkers ten westen van de Ketelbrug, terwijl verspreid in het onderzochte deel van de polder enkele knobbelzwanen verbleven.

Naast ganzen en zwanen hielden zich verspreid in het gebied groepen wilde eenden op, vooral op en langs enkele brede poldertochten. Deze vogels foerageerden voornamelijk op nabijgelegen akkers met oogstresten.

De gegevens betreffende de aantallen vogels in het binnendijkse gebied van de zuidelijke Noordoostpolder zijn samengevat in bijlage 4. Hieruit blijkt dat de meeste vogels werden aangetroffen in het gebied tussen de Zuidermeerdijk en de Zuidermeerweg. De grootste aantallen ganzen werden gezien in het gebied tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug, dus in de onmiddellijke nabijheid van de geplande lokatie voor het windpark. In tabel 4 is berekend welke percentages van de totaal aanwezige aantallen vogels zich in de verschillende afstandszones tot de dijk ophielden.

Verreweg de meeste vogels verbleven op 200-400 en 400-800 m van de dijk. In de zone die direct aan de Zuidermeerdijk grenst, werd slechts een bescheiden percentage (5,7%) van alle binnendijks aanwezige vogels aangetroffen (tabel 4). Dit zal mede zijn beïnvloed door het feit dat een van de meest belangrijke voedselterreinen, een complex akkers met veel oogstresten van aardappels, werd doorsneden door een hoogspanningsleiding, waarbij ter hoogte van paal 32.2 binnendijks op 0-200 m van de dijk een mast aanwezig is. Daardoor wordt het gebied ter plaatse visueel verkleind, zeker in combinatie met de nabij gelegen hoge Zuidermeerdijk. De ganzen hielden steeds enige afstand tot deze hoogspanningsmast. Dit was in veel mindere mate het geval bij beide verder landinwaarts gelegen masten. Kennelijk werkte daar het visueel-ruimtelijke effect niet in negatieve zin in op het terreingebruik van de ganzen.

Ganzen waren in de Noordoostpolder in het seizoen 1992/1993 vooral talrijk aanwezig in december en gedurende de eerste week van januari. Na 6 januari werd voor vrijwel alle soorten een sterke aantalsvermindering geconstateerd. Op 13 januari arriveerden de ganzen pas tegen het einde van de ochtend in

flinke aantallen op de voedselterreinen. Dit werd waarschijnlijk veroorzaakt doordat de vogels in die periode (rond volle maan, terwijl 's ochtends tot 10.00 uur op veel plaatsen intensief werd gejaagd op ganzen) de voedselterreinen in de nachtelijke uren bezocht hadden en een deel van de dag op de slaapplaatsen doorbrachten.

4.4. De betekenis van de omgeving van de Zuidermeerdijk voor vogels

De op het IJsselmeer en in de Noordoostpolder voorkomende watervogels vertegenwoordigen een belangrijk deel van de in Nederland overwinterende of doortrekkende populaties van verschillende soorten. Het open water van het Ketelmeer langs de Zuidermeerdijk vormt een zeer belangrijke verblijfplaats voor verscheidene soorten eenden, waarvan vooral de kuifeend, tafeleend en wilde eend talrijk zijn.

In het onderzochte gedeelte van het Ketelmeer verbleef gedurende de winter 1992/1993 gemiddeld 3,2% van het Nederlandse wintertotaal van de kuifeend over 1985-1990 (Van den Bergh 1992), terwijl het maximum-aantal (geteld op 24.12) 9,3% bedroeg. Hiermee is dit 6,2 km lange traject een van de belangrijkste rustgebieden voor deze soort in Nederland. Overigens vormt het Ketelmeer voor de kuifeend een zeer belangrijk refugium, waar 15-20% van de in Nederland overwinterende vogels kunnen verblijven (P. Zomerdijk).

Ook voor de tafeleend is het onderhavige gebied in nationaal verband gezien van grote betekenis. Het maximum (geteld op 24.12) bedroeg 9,8% van het landelijke gemiddelde over de jaren 1985-1990 (Van den Bergh 1992).

Van de wilde eend, waarvan het voorkomen eveneens nadelig beïnvloed wordt wanneer er langs de Zuidermeerdijk een windpark wordt gebouwd, was in de winter 1992/1993 gemiddeld 0,3% van het landelijke gemiddelde over de jaren 1985-1990 aanwezig.

Binnendijs komen er in het gebied tussen de Zuidermeerdijk en de Zuidermeeweg eveneens vogelsoorten voor waarvan het aantal in nationaal verband van belang is. Op 6 januari verbleef 1% van het voor het seizoen 1989/1990 voor geheel Nederland opgegeven aantal kolganzen (Ganzenwerkgroep Nederland/België 1992) in dit gebied, terwijl op 13 januari van de toendrarietgans zelfs 4,1% van het Nederlandse totaal voor 1989/1990 geteld werd. Hieruit blijkt dat dit, relatief kleine, gebied in landelijk verband gezien ook voor ganzen van betekenis is.

De internationale betekenis van een gebied voor watervogels wordt bepaald aan de hand van de zogenaamde 1%-norm. Wanneer er in een gebied met enige regelmaat ten minste 1% van de totale geschatte flyway-populatie van een watervogelsoort, of een totaal van ten minste 20 000 watervogels van verschillende soorten, aanwezig is, is er sprake van een internationaal belang (Boyd & Pirot 1989). De populatieschattingen worden uitgevoerd aan de hand van de internationale watervogel- en ganzentellingen en zij worden met enige regelmaat geactualiseerd. De meest recente populatieschattingen dateren uit het einde van de jaren tachtig (Laursen 1989, Monval & Pirot 1989, Madsen 1991).

Uit deze cijfers blijkt dat de 1%-norm voor de kuifeend 7500 vogels bedraagt. Op 24 december werden er tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug ruim

10 300 kuifeenden geteld ($1,4 \times$ de 1%-norm). Op 27 januari, toen er 6913 kuifeenden werden geteld, werd de 1%-norm zeer dicht benaderd. Voor de tafeleend is de 1%-norm gesteld op 3500 vogels. Op 24 december werden er 4153 tafeleenden geteld, zodat de 1%-norm toen ruimschoots overschreden werd. Voor het binnendijkse gedeelte van het gebied tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug werd de 1%-norm voor de kolgans (4000 vogels) op 6 januari gehaald.

In het seizoen 1992/1993 werd derhalve voor drie vogelsoorten ten minste eenmaal de 1%-norm gehaald of overschreden, hetgeen een indicatie vormt voor de internationale betekenis van het onderhavige gebied.

5. EFFECTEN VAN HET GEPLANEDE WINDPARK OP DE VOGELSTAND TER PLAATSE

5.1. Effecten op buitendijks verblijvende vogels

Bij het bepalen van de effecten welke de bouw van een windpark aan de binnenzijde van de Zuidermeerdijk tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug zal hebben op de vogelstand ter plaatse, kan gebruik worden gemaakt van de resultaten van onderzoek dat in 1987-1989 is verricht langs de Westermeerdijk (Winkelman 1989). Bij het onderzoek langs de Zuidermeerdijk is namelijk dezelfde werkwijze gevolgd als tijdens het onderzoek in 1987-1989. Ook de verspreiding en mate van voorkomen van de meeste soorten watervogels in het Ketelmeer vertonen een sterke gelijkenis met die langs de Westermeerdijk.

Uit het onderzoek van Winkelman (1989) is gebleken dat er een aantoonbare verstoring uitgaat van een windpark op de aantallen van verscheidene soorten watervogels die op het direct aangrenzende buitendijkse water en op het grastalud van de dijk verblijven. Ook de aantallen van verscheidene soorten die aan de buitenzijde van de dijk op het basalttalud en de steenbestorting verblijven, worden mogelijk negatief beïnvloed door de aanwezigheid van windturbines aan de binnentoe van de dijk.

Een negatief effect (kleinere aantallen dan voorheen) werd door Winkelman (1989) vastgesteld voor de wilde eend, de tafeleend, de kuifeend, de brilduiker en de stormmeeuw. Mogelijk ondervonden ook de meerkoet en de kokmeeuw hinder van de windturbines, waardoor zij minder gebruik maakten van het dijkstalud en de steenglooiing (respectievelijk zone 7 en 5). Voor de genoemde soorten vond Winkelman (1989) verstoringswaarden die uiteenliepen van 0,50 tot 0,98 (zie tabel 5). Met behulp van deze verstoringswaarden is, uitgaande van de gemiddelde aantallen per kilometer dijk tijdens de elf tellingen in de periode van half december 1992 tot begin maart 1993, voor de verschillende vogelsoorten de mate van verstoring ter plekke berekend (tabel 5).

Van de vijf verstoringsgevoelige soorten (wilde eend, kuifeend, tafeleend, brilduiker en stormmeeuw) bevond zich in 1992/1993 respectievelijk 67,3%, 97,2%, 96,4%, 39,4% en 45,0% van de vogels langs de Zuidermeerdijk tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug op een afstand van de kust waarop langs de Westermeerdijk een negatief effect optrad.

De belangrijkste aantalsvermindering als gevolg van de bouw van een windpark is te verwachten voor de kuifeenden die in de zones 1 en 2 verblijven. Gemiddeld werden in 1992/1993 tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug van deze soort per keer 574 vogels per km dijk geteld. Daarvan zullen er 357-523 per km windpark verdwijnen (tabel 5). Omdat de kuifeend in het IJsselmeergebied vooral in de zones 1 en 2 langs dijken en strekdammen verblijft, is het niet waarschijnlijk dat deze soort naar de verder uit de oever gelegen zones 3 en 4 zal uitwijken. Omdat de soort vrij gelijkmatig verdeeld voorkomt over het gehele traject tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug, is het evenmin waarschijnlijk dat de vogels elders in dit gebied compensatie kunnen vinden voor het verloren gegane rustgebied.

Voor de tafeleend en de wilde eend is een geringe vermindering van het aantal in het gebied verblijvende vogels te verwachten wanneer er langs de Zuidermeerdijk een windpark gebouwd wordt. Voor de tafeleend is een vermindering van het totale aantal vogels met 53-65 vogels per km windpark te verwachten, voor de wilde eend met 55-73 vogels per km windpark, uitgaande van de door Winkelman (1989) gevonden verstoringswaarden. Voor zone 5, het basaltalud van de buitenzijde van de dijk met de steenbestorting, is volgens Winkelman (1989) een negatief effect van een windpark ter plaatse voor de wilde eend niet uit te sluiten. In zone 5 werden 28 wilde eenden per km dijk geteld. Wanneer voor deze zone dezelfde verstoringsfactor geldt als voor zone 1 (0,50-0,67), kan dit leiden tot het verdwijnen van nog eens 14-18 vogels per km windpark. Totaal zou dat neerkomen op een vermindering van 69-91 wilde eenden per km windpark. Het is niet uitgesloten dat een deel van de vogels zich zal verplaatsen naar zone 4, waar ook in de actuele situatie zonder verstoring reeds vrij veel wilde eenden verblijven.

Brilduikers komen in het onderzochte gedeelte van het Ketelmeer niet in groot aantal voor. De meeste brilduikers werden waargenomen in de zones 2 en 3, die elkaar nauwelijks ontlepen in aantal (in beide gevallen 2 vogels per km dijk). Bij een verstoringsfactor van 0,67-0,90 voor zone 2 (Winkelman 1989) zullen er naar verwachting 1-2 brilduikers per km windpark verdwijnen. In zone 1 werd minder dan 1 brilduiker per km dijk geteld.

Voor de stormmeeuw is alleen een negatief effect te verwachten in zone 7, het grastalud van het dijklichaam (Winkelman 1989), waar bij elf tellingen gemiddeld 3 vogels per km dijk werden geteld. Bij een verstoringsfactor van 0,50-0,88 zou dat leiden tot een vermindering van 1-3 vogels per km windpark.

Ook bij de kokmeeuw en de meerkoet, twee soorten waarvan volgens Winkelman (1989) een plaatselijke vermindering ten gevolge van de bouw van een windpark niet zeker, maar evenmin uitgesloten is, gaat het in de mogelijk verstoringsgevoelige zone(s) om (zeer) kleine aantallen (meerkoet gemiddeld 10, kokmeeuw minder dan 5 vogels per km dijk).

Door Winkelman (1989) kon voor de overige watervogelsoorten die voorkwamen op het open water langs de Westermeerdijk, geen significante vermindering worden vastgesteld na de bouw van het windpark ter plaatse. Geen van de soorten kwam langs de Zuidermeerdijk in aantallen van meer dan 10 vogels per km dijk voor.

5.2. Effecten op binnendijks verblijvende vogels

Het binnendijkse gebied tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug dat ligt tussen de Zuidermeerdijk en de Zuidermeerweg, is vooral van betekenis als voedselgebied voor ganzen. De verspreiding van de vogels en de mate waarin zij voorkomen, zijn afhankelijk van het landbouwkundige gebruik van de percelen en kunnen van jaar tot jaar grote verschillen vertonen.

Bij het onderzoek dat gedurende 1987-1989 in het windpark ten noorden van Urk werd uitgevoerd, kon geen directe negatieve invloed van de windturbines op het voorkomen van de ganzen worden vastgesteld (Winkelman 1989). Op grond van Deens onderzoek (Petersen & Nøhr 1989) is een verstorend effect echter niet geheel uit te sluiten.

In het gebied tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug werden in het winterseizoen 1992/1993 uitsluitend toendrarietganzen en kolganzen aangetroffen, die foerageerden op akkers met oogstresten van aardappel en biet. Daarnaast werden in dit gebied kleine aantallen wilde eenden waargenomen, meestal op dezelfde akkercomplexen waar ook de ganzen verbleven. Slechts eenmaal werd een tweetal knobbelzwanen gezien (bijlage 4).

Verreweg de meeste vogels verbleven op 200-400 en 400-800 m van de dijk (tabel 4). Slechts 5,7% van alle waargenomen ganzen en wilde eenden hield zich op 0-200 m van de dijk op. Hierbij speelt echter de ligging van het belangrijke voedselgebied in de winter van 1992/1993 wellicht een belangrijke rol. Vooral de ter plaatse aanwezige hoogspanningsleiding kan de verspreiding van de vogels in de directe nabijheid van de dijk nadelig beïnvloeden hebben.

Op basis van de uitkomsten van het onderzoek van Winkelman (1989) is te verwachten dat bij realisatie van de bouw van een windpark met een lengte van ongeveer 3 km langs de Zuidermeerdijk, hooguit de percelen die aan de dijk grenzen, door minder ganzen bezocht zullen worden. Hetzelfde geldt voor de wilde eend (Winkelman 1992d). Afgaande op de resultaten van het onderzoek in de winter van 1992/1993 zal dit slechts voor een bescheiden aantal vogels een verlies aan foerageergebied betekenen. De mate waarin zich dit verlies zal voordoen, is bovendien sterk afhankelijk van de teeltkeuze en de ligging van de geëigende voedselterreinen, welke jaarlijks kan verschillen.

Er is waarschijnlijk weinig versturende invloed te verwachten op vogels die voorkomen op meer dan 200 m van de dijk. De percelen die grenzen aan de Zuidermeerdijk (0-200 m) vormen voor de vogels in de actuele situatie zeer rustig gelegen voedselterreinen, omdat wegen er ontbreken en ontsluiting slechts plaatsvindt via de boerenerven langs de Zuidermeerweg. Vanaf de Zuidermeerdijk vindt vrijwel geen verstoring plaats.

Hoewel er van het operationele windpark waarschijnlijk slechts weinig versturende werking zal uitgaan, zal de zone van 0-200 m van de dijk via de ontsluitingweg langs de voet van de windturbines gemakkelijker bereikbaar worden, terwijl ook door controle- en onderhoudswerkzaamheden aan de windturbines verstoring zal kunnen optreden. Dit kan ertoe leiden dat een gedeelte van het gebied tussen de Zuidermeerdijk en de Zuidermeerweg in de toekomst minder aantrekkelijk kan worden als voedselgebied voor ganzen en mogelijk ook voor wilde eenden.

Onder normale omstandigheden treden er weinig vliegbewegingen op van vogels tussen het binnendijkse gebied en het Ketelmeer, en zijn er dus weinig vliegbewegingen waarbij de Zuidermeerdijk gekruist wordt. Wel is er in het westelijke en oostelijke deel van het dijktraject tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug in de ochtend en namiddag trek van ganzen tussen foerageergebied en slaappleaats. Vastgesteld werd dat gedurende vorstperioden het ijs langs de Zuidermeerdijk door duizenden ganzen als slaappleaats gebruikt kan worden. Deze vogels kruisen de dijk in dergelijke situaties regelmatig en in groot aantal op een geringe hoogte. Vooral onder ongunstige zicht- of windcondities is de kans op aanvaring met windturbines niet uitgesloten. Het windpark is echter voorshands in het midden van het dijktraject Schokkerhaven-Ketelbrug gepland.

5.3. Aantal aanvaringsslachtoffers

In het gebied tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug kruisen in het algemeen waarschijnlijk slechts kleine aantallen vogels de dijk, en daarmee de zone waar het windpark gepland is. Evenmin treden er veel verplaatsingen op in de lengterichting van de dijk, afgezien van groepen ganzen die tijdens de ochtendtrek, komend van de slaappleaats in het Zwarte Meer, naar dit gebied vliegen om er te foerageren.

De belangrijkste verplaatsingen tussen het buitendijkse en het binnendijkse gebied langs de Zuidermeerdijk doen zich voor bij wilde eenden die de dag doorbrengen aan de buitenzijde van de dijk en in de avondschemering naar hun binnendijs gelegen voedselterreinen vliegen. Deze vogels keren in de nacht of in de vroege ochtend weer terug naar het Ketelmeer. Het betrof gedurende het seizoen 1992/1993 in het onderzochte gebied (lengte dijk 6,2 km) gemiddeld 1000 wilde eenden. Voor het ongeveer 3 km lange geplande windpark komt dit neer op bijna 500 vogels. Hierbij vliegen de vogels op de heenweg (dus van het buitendijkse naar het binnendijkse gebied) gewoonlijk op een hoogte van maximaal enkele tientallen meters. De vlieghoogte bij terugkomst is afhankelijk van de afstand tussen de voedselgebieden en het Ketelmeer.

Ganzen kruisen de dijk gewoonlijk slechts in geringe aantallen (vooral in het oostelijke deel van het gebied). Dit geschiedt meestal op een hoogte van 50 m. Uitzonderingen komen voor bij strenge vorst, wanneer de vogels de nacht doorbrengen op het ijs langs de Zuidermeerdijk. Onder dergelijke omstandigheden vliegen de vogels op geringe hoogte (10-30 m boven de kruin van de dijk) naar de binnendijkse voedselterreinen (vooral in het westelijke deel van het onderzoeksgebied). Ook bij verstoring in het binnendijkse gebied vliegen de ganzen soms op geringe hoogte (< 50 m) naar het Ketelmeer.

De situatie met betrekking tot de vliegbewegingen van de verschillende vogelsoorten in het gebied van het geplande windpark komt min of meer overeen met die van het windpark langs de Westermeerdijk juist ten noorden van Urk (Winkelman 1989). Zij wijkt vrij sterk af van die langs de Noordermeerdijk tussen de Rotterdamse Hoek en Lemmer, waar zich op een aantal plaatsen vrij sterke vliegbewegingen over en langs het dijklichaam voordoen (Van den Bergh & Spaans 1993).

Vrijwel alle aanvaringen van vogels met windturbines vinden plaats in de schemering en duisternis, met name onder slechte vlieg- en zichtomstandigheden (Winkelman 1992a). In 1987-1989 werd in het windpark langs de Westermeerdijk gedurende de periode september-mei op 75 dagen naar dode vogels gezocht (Winkelman 1989). Met behulp van empirisch vastgestelde correctiefactoren (vastgesteld in verband met zoektechnische problemen) werd berekend dat jaarlijks zeker of zeer waarschijnlijk 8,8 (theoretische spreiding op grond van 95%-betrouwbaarheidsinterval 5,2-106,0; interval groot door de sterke variatie in ruimte en tijd van de grootte van de factoren die de vindkans van een aanvaringsslachtoffer bepalen) vogels per windturbine als gevolg van een aanvaring werden gedood en zeker, zeer waarschijnlijk en mogelijk 22,2 (14,1-184,5) vogels.

Dit houdt in dat bij plaatsing van 16 driebladige 500 kW windturbines (ashoogte vergelijkbaar met de windturbines in het windpark langs de Westermeerdijk, zelfde aantal rotorbladen) per jaar zeker of zeer waarschijnlijk 141 (83-1696) vogels als gevolg van een aanvaring zullen worden gedood en nog eens 214 (143-1256) vogels mogelijk, totaal dus 355 (226-2952) vogels. De spreiding is in feite een onderschatting, omdat bij de omrekening ervan is uitgegaan dat toeval in de toekomstige situatie geen rol speelt. Deze aantallen zijn in grote lijnen gelijk of iets groter dan de aantallen die langs autowegen over een lengte van ongeveer 3 km door het verkeer sterven en zijn gelijk of iets kleiner dan bij de meeste hoogspanningsleidingen met een vergelijkbare lengte het geval is (Winkelman 1989, 1992a).

6. INRICHTING EN PLAATS VAN HET WINDPARK

Het beoogde windpark langs de Zuidermeerdijk zal zich volgens de huidige plannen over een afstand van ongeveer 3 km ter hoogte van paal 33.0-36.0 uitstrekken. De meeste vliegbewegingen van ganzen vinden plaats in het oostelijke deel van het gebied tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug (figuur 2). In het meest westelijke deel van het gebied vinden vooral vliegbewegingen plaats tijdens koudeperiodes (figuur 2). Indien een lengte van het windpark van ongeveer 3 km (afstand tussen twee windturbines ongeveer 200 m) zou worden aangehouden, komt wat de vliegbewegingen van de ganzen betreft, het dijkvak tussen paal 32.5 en paal 35.5 het gunstigst naar voren (figuur 2).

De verspreiding van de wilde eend, kuifeend, tafeleend, brilduiker en stormmeeuw, de meest verstoringgevoelige soorten van het open water langs de Zuidermeerdijk, is vrij gelijkmatig langs de dijk verdeeld, al is de dichtheid in de richting van Schokkerhaven en de Ketelbrug hoger dan in het midden van het onderzochte dijkgedeelte (bijlage 5). Hetzelfde geldt ten aanzien van de binnendijs foeragerende ganzen (figuur 2). Ook ten aanzien van deze aspecten scoort het dijkgedeelte tussen paal 32.5 en 35.5 van het gehele traject het gunstigst.

Hoewel het type windturbine (driebladige 500 kW windturbine) min of meer vast ligt (D.J. Hurenkamp, IJsselmeer), wordt volledigheidshalve erop gewezen dat de verstoringse oppervlakte van het windpark en het aantal aanvarings-slachtoffers zouden kunnen worden verkleind als voor tweebladige windturbines met een groter vermogen zou worden gekozen (vgl. de situatie langs de Noordermeerdijk: Van den Bergh & Spaans 1993).

DANKWOORD

Verscheidene personen en instanties hebben bijgedragen tot een goed verloop van het onderzoek en de rapportage. Gaarne zeggen wij hen hiervoor dank. Onze dank gaat in het bijzonder uit naar D.J. Hurenkamp (nv Energiebedrijf IJsselmij, Zwolle) voor het verstrekken van gegevens over het toekomstige windpark, het Waterschap Noordoostpolder voor de verleende toestemming om het dijkvak tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug te berijden met een auto, D.T. van der Molen van het Waterschap voor de snelle overdracht van de sleutel van de toegangshekken, waardoor tijdig met de uitvoering van de tellingen kon worden begonnen, E. Holtzhuizer, B. van Jaarsveld en J. Philippona voor de assistentie bij de uitvoering van de tellingen, en J. van Beek, mevrouw J.A. Kartman, R. Toorop en R. Wegman (allen IBN-DLO, Arnhem) voor hun bijdrage aan het tot stand komen van dit rapport.

SAMENVATTING

Door het DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem, is in opdracht van de nv Energiebedrijf IJsselmij, Zwolle, een onderzoek verricht naar de mogelijke hinder van een eventueel te bouwen ongeveer 8 MW windpark (16 driebladige 500 kW windturbines) langs de Zuidermeerdijk, Noordoostpolder, tussen paal 33.0 en paal 36.0. In dit rapport worden de resultaten van dit onderzoek gepresenteerd.

Hinder van windturbines voor vogels kan bestaan uit (1) aanvaringen van vogels met de windturbine en het zog daarachter (aanvaringsaspect) en (2) verlies of versnippering van het leefgebied door de aanwezigheid van de windturbines (verstoringaspect).

Op grond van de ervaringen opgedaan tijdens een onderzoek naar de mogelijke hinder voor vogels door het windpark langs de Westermeerdijk (25 300 kW windturbines) in 1987-1989, heeft het onderhavige onderzoek zich met name gericht op het aantal aanvaringsslachtoffers dat bij plaatsing van een windpark langs de Zuidermeerdijk op jaarbasis is te verwachten, op de verstoring van buitendijks overwinterende watervogels (met name duikeenden) en op de verstoring van binnendijks foeragerende ganzen. Met het oog op het verstoringaspect zijn tussen december 1992 en maart 1993 elf keer integrale tellingen van de buitendijks verblijvende watervogels en binnendijks pleisterende ganzen verricht. Bovendien werd de ochtendtrek van ganzen van de slaapplekken op de Steile Bank voor de kust van Gaasterland, op het Zwarte Meer en in de Oostvaardersplassen naar de voedselgebieden in de Noordoostpolder vastgelegd (plaats, aantallen, vliegrichting en vlieghoogte).

Aantal aanvaringsslachtoffers Vrijwel alle aanvaringen met windturbines vinden plaats in de schemering en duisternis, met name onder slechte vlieg- en zichtomstandigheden. Rampnachten komen bij obstakels met een hoogte van minder dan 150 m niet voor.

In 1987-1989 werd in het windpark langs de Westermeerdijk gedurende de periode september-mei op 75 dagen naar dode vogels gezocht. Met behulp van empirisch vastgestelde correctiefactoren (vastgesteld in verband met zoektechnische problemen) werd berekend dat jaarlijks zeker of zeer waarschijnlijk 8,8 (theoretische spreiding op grond van 95%-betrouwbaarheidsinterval 5,2-106,0; interval groot door sterke variatie in ruimte en tijd van de grootte van de factoren die de vindkans van een aanvaringsslachtoffer bepalen) vogels per windturbine als gevolg van een aanvaring werden gedood en zeker, zeer waarschijnlijk en mogelijk 22,2 (14,1-184,5) vogels.

Omdat de geplande driebladige 500 kW windturbines maar iets groter zijn dan de windturbines langs de Westermeerdijk, zal het aanvaringsrisico van beide typen elkaar niet veel ontlopen. Ook de situatie met betrekking tot de vliegbevingen van de verschillende soorten in het gebied van het geplande windpark komt min of meer overeen met die in het windpark langs de Westermeerdijk. Een windpark met 16 driebladige 500 kW windturbines tussen paal 33.0

en paal 36.0 langs de Zuidermeerdijk zal dan per jaar 141 (83-1696) zekere en zeer waarschijnlijke aanvaringsslachtoffers tellen en 355 (226-2952) zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers. De spreiding is in feite een onderschatting, omdat bij de omrekening ervan is uitgegaan dat toeval in de toekomstige situatie geen rol speelt. Deze aantallen zijn gelijk of iets groter dan de aantallen die langs autowegen over een vergelijkbare lengte door het verkeer omkomen; zij zijn gelijk of iets kleiner dan bij de meeste hoogspanningsleidingen met een vergelijkbare lengte.

Verstoringsaspect Er zijn uit het tot nu toe verrichte onderzoek in binnen- en buitenland geen duidelijke aanwijzingen verkregen dat windturbines een versturende werking hebben op de aantallen en verspreiding van broedvogels in en rond windparken. Om die reden is dit aspect voor de lokatie Zuidermeerdijk niet verder onderzocht.

Windturbines blijken wel versturend te werken op voorkomen en talrijkheid van verscheidene vogelsoorten buiten het broedseizoen. Dit geldt zowel voor foeragerende en rustende vogels op het water en op het land als voor langs vliegende vogels (zowel dag- en nachttrek in voor- en najaar als lokale vliegbevingen).

Omdat er geen kwantitatieve gegevens bekend zijn over de dag- en nachttrek van vogels over en langs de binnenzijde van de Zuidermeerdijk en informatie daarover binnen de tijdsplanning van dit onderzoek ook niet was te verzamelen, wordt op dit aspect in het rapport eveneens niet nader ingegaan.

In 1987-1989 werden bij verstoringsonderzoek in en rond het windpark langs de Westermeerdijk vooral negatieve effecten (significant minder vogels ter hoogte van het windpark) gevonden bij op het water rustende en ten dele foeragerende wilde eenden, kuifeenden, tafeleenden en brilduikers. De verstoring trad vooral op tot een afstand van 250 m uit de kust (300 m van de windturbines). Op grotere afstanden werden geen negatieve effecten gevonden. Ook bij stormmeeuwen op het grastalud van de dijk werd een negatief effect gevonden. De verstoringfactor varieerde voor genoemde soorten in de eerste 250 m uit de kust van 1-2 tot meer dan 10.

Van de vijf soorten waarbij langs de Westermeerdijk een negatief effect werd gevonden na plaatsing van het windpark, kwamen alleen wilde eend, kuifeend en tafeleend in het onderzochte traject langs de Zuidermeerdijk talrijk voor (wilde eend gemiddeld per telling 163 vogels/km, kuifeend 574 vogels/km, tafeleend 78 vogels/km, brilduiker 5 vogels/km en stormmeeuw 6 vogels/km). Van de vijf soorten zat respectievelijk 67,3%, 97,2%, 96,4%, 39,4% en 45,4% op een afstand van de kust waarop langs de Westermeerdijk een negatief effect optrad. Rekening houdend met de mate van verstoring zoals die langs de Westermeerdijk werd vastgesteld, zouden langs de Zuidermeerdijk per km windpark enkele tientallen wilde eenden, enkele honderden kuifeenden en enkele tientallen tafeleenden worden verstoord (effect voor brilduiker en stormmeeuw verwaarloosbaar).

De landbouwgronden die aan de binnenzijde van de dijk langs het Ketelmeer grenzen, zijn een belangrijk foerageergebied voor ganzen. Tijdens het verstoringsonderzoek dat in 1987-1989 langs de Westermeerdijk werd uitgevoerd, kon geen uitspraak worden gedaan over het wel of niet aanwezig zijn van

verstoring van ganzen. Op grond van Deens onderzoek is een verstorend effect echter niet geheel uit te sluiten. De verdeling van de ganzen over het gebied langs de dijk van het IJsselmeer en het Ketelmeer wordt sterk beïnvloed door de ligging van de percelen met het voorkeursvoedsel van de verschillende soorten. Die verdeling is daardoor van jaar tot jaar sterk verschillend. Een duidelijke uitspraak over de invloed van een windpark langs de Zuidermeerdijk op de verspreiding en de aantallen ganzen is derhalve niet te geven. Wel kan worden gezegd dat in de huidige situatie de meeste ganzen zich op meer dan 200 m van de dijk ophouden (kolgans 98,9%, rietgans 89,4%). Voor de wilde eend, een soort die ook veel voorkomt in het binnendijkse gebied langs de dijk van het Ketelmeer, is dit 81,6%. De mogelijke invloed van een windpark langs de Zuidermeerdijk op deze soorten zal door de afstand waarop de vogels ten opzichte van de dijk voorkomen, in ieder geval zeer beperkt zijn.

Voedseltrek ganzen De Zuidermeerdijk kruist in het oosten van het gebied tussen de Ketelbrug en Schokkerhaven een smalle zone met vrij intensieve vliegbewegingen van ganzen tussen de slaappleaats op het Zwarte Meer en de voedselgebieden in de Noordoostpolder. Hetzelfde geldt voor het westen van het onderzochte gebied voor ganzen die in de Oostvaardersplassen slapen en tijdens koudeperiodes voor ganzen die ter plekke overnachten op het ijs van het Ketelmeer. Deze vliegbewegingen kruisen de lokatie van het geplande windpark (paal 33.0 - paal 36.0) maar in zeer geringe mate.

Inrichting en plaats van het windpark Op grond van het verrichte onderzoek wordt geconcludeerd dat de lokatie van het voorgenomen windpark gunstig is gelegen ten aanzien van de vliegbewegingen van ganzen en vrij gunstig ten aanzien van de verstoring van buitendijks verblijvende watervogelsoorten en binnendijks foeragerende ganzen (minst ongunstige dijktraject tussen paal 32.5 en 35.5). Volledigheidshalve wordt vermeld dat de oppervlakte verstoord gebied en het aantal aanvaringsslachtoffers zouden kunnen worden verkleind als in plaats van driebladige 500 kW windturbine voor tweebladige windturbines met een groter vermogen zou worden gekozen.

LITERATUUR

- Alerstam, T., A. Lindgren, S.G. Nilsson & S. Ulfstrand 1973. Nocturnal passerine migration and cold front passages in autumn - a combined radar and field study. *Ornis scandinavica* 4, 2: 103-111.
- Avery, M.L., P.F. Springer & N.S. Dailey 1980. Avian mortality at man-made structures: an annotated bibliography (revised). United States Fish and Wildlife Service, Biological Services Program, National Power Plant Team, FWS/OBS-8054, Michigan.
- Beintema, A.J., L.M.J. van den Bergh, G.J.D.M. Müskens & T.A. Renssen 1980. Atlas van watervogels op het IJsselmeer. RIN-rapport 80/2. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Bergh, L.M.J. van den 1989, 1990, 1991, 1992. Watervogeltelling in januari 1987, 1988, 1989 en 1990. *Limosa* 62, 2: 75-80, 63, 2: 65-69, 64, 1: 1-6 en 65, 1: 23-27.
- Bergh, L.M.J. van den & A.L. Spaans 1993. De mogelijke hinder van een 10 MW windpark langs de Noordermeerdijk (NOP) voor vogels. IBN-rapport 027. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Bergh, L.M.J. van den, A.L. Spaans & J.E. Winkelman 1993. De mogelijke hinder van een 25 MW windpark voor vogels op twee potentiële lokaties in Noord-Groningen. IBN-rapport 016. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Böttger, M., T. Clemens, G. Grote, G. Hartmann, E. Hartwig, C. Lammen & E. Vauk-Hentzelt 1990. Biologisch-ökologische Begleituntersuchungen zum Bau und Betrieb von Windkraftanlagen, Endbericht. NNA-Berichte 3, Sonderheft: 1-124.
- Boyd, H. & J.-Y. Pirot (eds.) 1989. Flyways and reserve networks for water birds. IWRB Special Publication 9. Canadian Wildlife Service, Ottawa/International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, Slimbridge.
- Eerden, M.R. van & A. bij de Vaate 1984. Natuurwaarden van het IJsselmeergebied. Een inventarisatie van natuurwaarden van het open water in het IJsselmeergebied. Flevobericht 242 Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.
- Ganzenwerkgroep Nederland/België 1992. Ganzentellingen in Nederland en België in 1989/90. *Limosa* 65, 4: 163-169.
- Karlsson, J. 1987. Fåglar och vindkraft. Kompletterande resultatredovisning. Intern rapport University of Lund, Ekologihuset, Lund.
- Laursen, K. 1989. Estimates of sea duck winter populations of the Western Palaearctic. *Danish Review of Game Biology* 13, 6: 1-22.
- Madsen, J. 1991. Status and trends of goose populations in the Western Palearctic in the 1980s. *Ardea* 79, 2: 113-122.
- Meek, E.R., J.B. Ribbands, W.G. Christer, P.R. Davey & I. Higginson 1992. The effects of aero-generators on a moorland bird population in the Orkney Islands, Scotland. Rapport Royal Society for the Protection of Birds Scotland, Edinburgh/Scottish Hydro-electric plc., Edinburgh.
-

- Monval, J.-Y. & J.-Y. Pirot 1989. Results of the IWRB International waterfowl census 1967-1986. IWRB Special Publication 8. International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, Slimbridge.
- Musters, C.J.M., G.J.C. van Zuylen & W.J. ter Keurs 1991. Vogels en windmolens bij de Kreekraksluizen. Rapport vakgroep Milieubiologie, Rijksuniversiteit Leiden, Leiden.
- Osieck, E.R. 1986. Onderzoekvoorstel betreffende vogelhinder door een windturbinepark in de Noordoostpolder. Notitie Nederlandse Vereniging tot Bescherming van Vogels, Zeist.
- Osieck, E.R. & J.E. Winkelman 1990. Windturbines en vogels in het Klein IJsselmeer. Rapport Nederlandse Vereniging tot Bescherming van Vogels, Zeist.
- Pedersen, M.B. & E. Poulsen 1991. En 90 m/2 MW vindmøllens indvirkning på fuglelivet. Fugles reaktioner på opførelsen og idriftsættelsen af Tjærborgmøllen ved Det Danske Vildtundersøgelser, Hæfte 47 Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Flora- og Faunaøkologi, Kalø.
- Petersen, B.S. & H. Nøhr 1989. Konsekvenser for fuglelivet ved etableringen af mindre vindmøller. Rapport Ornitho Consult, København.
- Reijnen, M.J.S.M. & R.P.B. Foppen 1991. Effecten van wegen met autoverkeer op de dichtheid van broedvogels. Hoofdrapport. IBN-rapport 91/1. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Wal, R.J. van der 1981. De duikeenden van het IJsselmeer. Een inleidend onderzoek van het belangrijkste overwinteringsgebied voor duikeenden in West-Europa, 1975-1977. Rapport Instituut voor Taxonomische Zoölogie, Amsterdam/Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Winkelman, J.E. 1984. Vogelhinder door middelgrote windmolens. Een verkennend onderzoek naar vlieggedrag, slachtoffers en verstoring. RIN-rapport 84/7. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1988. Methodologische aspecten vogelonderzoek Sep-proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.), deel 1: onderzoekopzet, nachtstudies en slachtofferonderzoek, voorjaar 1984 - herfst 1987. RIN-rapport 88/46. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. RIN-rapport 89/15. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1990a. Vogelslachtoffers in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1986-1989). RIN-rapport 90/2. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1990b. Verstoring van vogels door de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1984-1989). RIN-rapport 90/9. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1992a. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 1: aanvaringsslachtoffers. RIN-rapport 92/2. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1992b. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 2: nachtelijke aanvaringskansen. RIN-rapport 92/3. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
-

- Winkelman, J.E. 1992c. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 3: aanvlieggedrag overdag. RIN-rapport 92/4. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1992d. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 4: verstoring. RIN-rapport 92/5. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1992e. Methodologische aspecten vogelonderzoek Sep-proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.), deel 2 (1988-1991). RIN-rapport 92/6. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Winkelman, J.E. & L.M.J. van den Bergh 1987. Voorkomen van eenden, ganzen en zwanen nabij Urk (NOP) in januari-april 1987. Tellingen ten behoeve van onderzoek naar mogelijke hinder door een windpark. RIN-rapport 87/21. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

Tabel 1. Indeling van de dijk en van de 500 m brede strook water grenzend aan de dijk.

Zone 1:	0-50 m
Zone 2:	50-100 m
Zone 3:	100-250 m
Zone 4:	250-500 m
Zone 5:	steenglooiing en bestorting
Zone 6:	asfaltweg
Zone 7:	dijktalud

Tabel 2. Aantal soorten en aantal vogels in het buitendijkse traject en op het grastalud van het dijklichaam van de Zuidermeerdijk tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug tijdens elf tellingen in de periode half december 1992 - begin maart 1993.

Datum	Totaal aantal	
	Soorten	Vogels
16.12	15	6004
24.12	20	19019
06.01	18	2726
13.01	22	1889
20.01	12	1894
27.01	22	9858
03.02	18	3352
10.02	17	5477
17.02	18	3445
24.02	17	7321
03.03	19	6285
Totaal	41	67270

Tabel 3. Totale aantallen waargenomen vogels per soort per zone tijdens elf tellingen in de periode half december 1992 - begin maart 1993 tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug.

Soort ¹	Zone						
	1	2	3	4	5	6	7
Fuut	121	64	21	6	-	-	-
Aalscholver	-	38	188	369	1	-	16
Blauwe reiger	1	1	-	-	3	-	1
Wilde eend	3645	2052	1766	1135	1876	617	2
Wintertaling	3	-	-	-	-	-	-
Krakeend	11	2	2	2	-	-	-
Smient	-	-	-	62	-	-	-
Pijlstaart	-	-	2	-	-	-	-
Toppereend	1	1	-	-	-	-	-
Kuifeend	31135	6919	752	4	352	-	-
Tafeleend	2716	2382	189	-	-	-	-
Brilduiker	49	129	127	21	1	-	-
Grote zaagbek	248	158	12	2	1	-	-
Middelste zaagbek	3	-	2	-	-	-	-
Nonnetje	49	5	-	-	-	-	-
Bergeend	-	1	-	-	-	-	-
Kolgans	-	-	-	-	-	-	140
Toendrarietgans	2	-	-	-	-	-	608
Buizerd	-	-	-	-	1	-	23
Sperwer	-	-	-	-	-	-	1
Torenvalk	-	-	-	-	-	-	1
Meerkoet	3295	1062	57	1235	299	105	737
Scholekster	2	-	-	-	-	-	-
Kievit	7	-	-	-	-	-	122
Wulp	-	-	-	-	-	-	20
Grote mantelmeeuw	17	16	6	22	5	-	1
Zilvermeeuw	14	14	7	18	-	-	-
Stormmeeuw	94	96	50	3	-	-	199
Drieteenmeeuw	1	-	-	-	1	-	-
Kokmeeuw	94	44	10	4	-	-	122
Zwartkopmeeuw	-	1	-	-	-	-	-
Holenduif	3	-	-	-	-	-	-
Witte kwikstaart	-	-	-	-	-	-	1
Graspieper	-	-	-	-	-	-	13
Grote lijster	-	-	-	-	-	-	2
Kramsvogel	-	-	-	-	-	-	10
Koolmees	-	-	-	-	1	-	-
Spreeuw	-	-	-	-	1	-	1356
Zwarte kraai	3	1	1	-	12	-	37
Bonte kraai	-	-	-	-	2	-	1
Ekster	2	-	-	-	2	-	-
Totaal	41516	12986	3192	2883	2558	722	3413
Gemiddelde per dag	3774	1181	290	262	233	66	310

¹ wetenschappelijke namen van soorten die niet in de tekst worden genoemd: *Anas crecca* (wintertaling), *Anas strepera* (krakeend), *Anas penelope* (smient), *Anas acuta* (pijlstaart), *Aythya marila* (toppereend), *Mergus serrator* (middelste zaagbek), *Tadorna tadorna* (bergeend), *Rissa tridactyla* (drieteenmeeuw), *Larus melanocephalus* (zwartkopmeeuw).

Tabel 4. Percentages vogels van drie vogelsoorten en van het totale aantal vogels op respectievelijk 0-200 m, 200-400 m en 400-800 m van de dijk (800 m = boerderijstrook Zuidermeerweg) in het binnendijkse gebied tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug (N = totaal aantal vogels).

Soort	0-200 m	200-400 m	400-800 m	N
Kolgans	1,1	27,2	71,9	5144
Toendrarietgans	10,6	87,4	2,0	3031
Wilde eend	18,4	54,2	27,4	731
Totaal	5,7	50,0	44,4	8906

Tabel 5. Te verwachten aantalsvermindering aan watervogelsoorten op en langs de Zuidermeerdijk (paal 31.4-37.6, buitendijks) ten gevolge van de bouw van het voorgenomen windpark.

Soort	Verstoring te verwachten in zone ¹	Aantal vogels vóór bouw windpark (per km dijk)	Mate van verstoring ¹	Aantalsvermindering na bouw windpark (per km windpark)
Wilde eend	1-3	109	0,50-0,67	55-73
Tafeleend	1	40	0,67-0,98	27-39
	2	35	0,75	26
Kuifeend	1	457	0,67-0,95	306-434
	2	101	0,50-0,88	51-89
Brilduiker	2	2	0,67-0,90	1-2
Stormmeeuw	7	3	0,50-0,86	1-3

¹ vgl. Winkelman (1989).

Bijlage 1. Windparken en vogels, een literatuuroverzicht (naar Van den Bergh *et al.* 1993).

Hinder van windparken voor vogels kan bestaan uit (1) aanvaringen van vogels met de rotor, mast of het zog achter de windturbines (aanvaringsaspect) en (2) verlies of versnippering van het leefgebied van vogels door aanwezigheid, beweging of geluid van de windturbines (verstoringsaspect). In beide gevallen kan het gaan om vogels die in het windpark of de omgeving ervan broeden (broedvogels), er alleen foerageren of rusten/slapen (pleisteraars), of erlangs trekken. In het laatste geval kan het zowel gaan om vogels die het windpark passeren tijdens hun vliegtocht tussen broed- en overwinteringsgebied (seizontrek of echte trek) als om vogels die dagelijks ter plekke heen en weer vliegen tussen rust- en foerageergebieden (lokale vliegbewegingen: slaap-, voedsel- en getijdetrek, respectievelijk 's avonds, 's ochtends en bij opkomend en afgaand water plaatsvindend). In dit hoofdstuk worden voor de verschillende aspecten de resultaten van elders verricht onderzoek, zoveel mogelijk naar soort of soortgroep gespecificeerd, samengevat. De nadruk zal daarbij liggen op onderzoek aan middelgrote windturbines in gebieden met een vergelijkbare terreinsituatie en vogelfauna als op de potentiële lokatie langs de Zuidermeerdijk.

1. Aanvaringsslachtoffers

Om een indruk te krijgen van het aantal vogels dat in een windpark in aanvaring komt met windturbines, wordt gewoonlijk de omgeving van de windturbines op mogelijke slachtoffers afgezocht. Bij het bepalen van het aantal aanvaringsslachtoffers door middel van het zoeken naar dode vogels, speelt echter een aantal zoektechnische problemen een belangrijke rol (Winkelmann 1988, 1992e). Ook zijn er problemen ten aanzien van de interpretatie van de verkregen vondsten (Winkelmann 1992c).

In de eerste plaats wordt, zelfs bij frequent en systematisch zoeken, niet altijd ieder aanvaringsslachtoffer gevonden. De vindkans wordt namelijk beïnvloed door (1) de maximale afstand waarop dodelijk getroffen vogels rond de windturbines neerkomen en de (veelal door tijd beperkte) oppervlakte waarover meestal kan worden gezocht, (2) de zoek efficiëntie van de waarnemer, (3) de grootte en de kleur van het aanvaringsslachtoffer, (4) de habitat waarop c.q. het vegetatietype waarin de slachtoffers vallen, en (5) het voortijdig verdwijnen van slachtoffers als gevolg van aaseterij door vogels en zoogdieren, en (6) het aantal gewonde vogels dat buiten het onderzoeksgebied terechtkomt en daar later alsnog sterft als gevolg van de botsing.

Winkelmann (1990a, 1992a) kwam bijvoorbeeld in het windpark nabij Oosterbierum (Fr.) op grond van gekwantificeerde aaseterij, zoek efficiëntie, de afgezochte oppervlakte en de door haar aangehouden zoek frequentie, in de onderzochte seizoenen in 1986-1991 voor de verschillende obstakeltypen op correctiefactoren die (afhankelijk van seizoen en obstakeltype) voor grote vogels uiteenliepen van 2,4 (minimum-maximum op grond van 95%-betrouwbaarheidsintervallen 1,6-8,1) tot 56,2 (50,0-173,6) en voor kleine vogels van 2,1

(1,3-4,1) tot 63,8 (31,8-168,4). Vergelijkbare waarden voor land- en kustlocaties werden gevonden bij windturbines en andere obstakels in binnen- en buitenland (overzicht in Winkelman 1992a).

In de tweede plaats is gebleken dat niet alle vogels die onder windturbines worden gevonden, aanvaringsslachtoffers behoeven te zijn (Winkelman 1988, 1989, 1990a, Musters *et al.* 1991, Winkelman 1992e). In de windparken nabij Oosterbierum, Urk (Fl.) en Kreekraksluizen (Zld.), waar dit aspect systematisch is onderzocht, was bij (overwegend) operationele windturbines 23-48% van de gevonden vogelkadavers zeker of zeer waarschijnlijk gedood als gevolg van een botsing met een windturbine, 35-84% zeker, zeer waarschijnlijk of mogelijk, 4-35% zeker niet, en in 12-35% van de gevallen was dit onbekend (Oosterbierum: Winkelman 1988, 1992e, Urk: Winkelman 1989, Kreekraksluizen: Musters *et al.* 1991). Voor stationaire obstakels (windmeetmasten, losse masten van windturbines, (overwegend) stilstaande windturbines) in het windpark nabij Oosterbierum was dit achtereenvolgens voor 26-40%, 31-49%, 6-10% en 45% van het aantal dood gevonden vogels het geval (Winkelman 1990a).

Aantallen slachtoffers In veel studies die in Europa en de USA zijn verricht naar het aantal aanvaringsslachtoffers bij windturbines (overzicht in Winkelman 1992a), is niet met zoektechnische problemen rekening gehouden. De in dat overzicht opgenomen studies betreffen ten dele ook kleinere of grotere windturbines dan de windturbines die zijn gepland voor het windpark langs de Zuidermeerdijk. In feite zijn er slechts drie studies (Oosterbierum: Winkelman 1988, 1990a, 1992a, Urk: Winkelman 1989, Kreekraksluizen: Musters *et al.* 1991) verricht die in het kader van het huidige onderzoek direct bruikbare informatie geven.

Het windpark nabij Oosterbierum bestaat uit drie noord-zuid lopende rijen (afstanden tussen de rijen 250 m) van elk zes 300 kW windturbines (ashoogte 35 m, rotordiameter 30 m, onderlinge afstand tussen de windturbines binnen een rij 300 m in het noorden en 150 m in het zuiden) in een bouwland- en graslandgebied op 3-4 km van de min of meer noordoost-zuidwest lopende dijk langs de Waddenzee. Het windpark nabij Urk bestond destijds uit een lijnopstelling van 25 300 kW windturbines (ashoogte 30 m, rotordiameter 25 m, onderlinge afstand tussen de windturbines 125 m) langs de binnenkant van de ter plekke noord-zuid lopende IJsselmeerdijk. Het achterland van het windpark bestaat uit bouwland, afgewisseld met graslandpercelen. Het windpark nabij de Kreekraksluizen ten slotte bestaat uit een lijnopstelling van vijf 250 kW windturbines (ashoogte 30 m, rotordiameter 25 m, onderlinge afstand tussen de windturbines 125 m) op de noord-zuid lopende dijk langs het Bathse Spuikanaal tussen de Oesterdam en de Kreekraksluizen. In alle drie windparken gaat het om windturbines met upwind-rotoren en een horizontale as met drie rotorbladen. Alle drie gebieden kunnen als vogelrijk worden aangemerkt.

Winkelman (1990a, 1992a) berekende dat er in het windpark nabij Oosterbierum, afhankelijk van seizoen en jaar, dagelijks per operationele windturbine 0,02 (0,01-0,05) tot 0,09 (0,08-0,29) vogels zeker of zeer waarschijnlijk als gevolg van een botsing omkwamen en 0,04 (0,03-0,11) tot 0,12 (0,11-0,39) vogels zeker, zeer waarschijnlijk of mogelijk hierdoor verongelukten.

Voor het windpark nabij Urk (Winkelman 1989) waren die aantallen respectievelijk 0,04 (0,03-0,14) tot 0,05 (0,04-0,93) en 0,06 (0,04-1,11) tot 0,14 (0,11-

0,45). In de herfst van 1988, toen (deels door dezelfde personen) in beide windparken werd gezocht naar slachtoffers, werden in het windpark nabij Urk per dag twee tot vier keer zoveel slachtoffers per windturbine gevonden als in het toen tijdelijk operationele windpark nabij Oosterbierum (Urk: 0,04 (0,03-0,14) zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers per windturbine per dag en 0,14 (0,11-0,45) zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers, Oosterbierum: respectievelijk 0,02 (0,01-0,05) en 0,04 (0,03-0,11) slachtoffers, Osieck & Winkelman 1990, Winkelman 1990a). In de herfst van 1991 werden daarentegen in Oosterbierum 0,06 (0,04-0,13) zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers per windturbine per dag aangetroffen en 0,10 (0,07-0,24) zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers (Winkelman 1992a), ongeveer evenveel als in de herfst van 1988 in Urk. In het vroege voorjaar (begin maart - begin mei: voorjaarstrek) van 1991 lagen de aantallen in Oosterbierum (0,09 (0,08-0,29) zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers per windturbine per dag) ongeveer twee keer zo hoog als in Urk (Winkelman 1992a: bijlage 11).

De waarden die in het windpark nabij de Kreekraksluizen zijn gevonden (0,01 (0,00-0,03) zekere en mogelijke slachtoffers per windturbine per dag, *Musters et al.* 1991), liggen gemiddeld bijna tien keer zo laag. De laatste lokatie verschilt echter aanzienlijk van de lokaties Oosterbierum en Urk (Winkelman 1992a). Het windpark nabij de Kreekraksluizen ligt niet alleen parallel aan een nabijgelegen hoogspanningsleiding en weg, maar ook nabij bosschages, bomenrijen en relatief hoge gebouwen die 's nachts verlicht zijn. Het gehele complex is 's nachts uit het westen veelal goed zichtbaar tegen de horizonverlichting van Bergen op Zoom. De lokaties Oosterbierum en Urk liggen daarentegen in het open veld, zonder versturende landschapselementen in de nabijheid. Alleen bij het windpark nabij Oosterbierum is er door de bebouwing van Franeker en Harlingen sprake van enige horizonverlichting, maar die is aanzienlijk minder dan die bij de Kreekraksluizen. In studies naar aantallen aanvaringsslachtoffers door windturbines in minder vogelrijke gebieden (maar door onvoldoende vindkansonderzoek niet helemaal vergelijkbaar met de resultaten van de drie studies waarnaar hier wordt verwezen) liggen de aantallen eveneens op een lager niveau dan in Oosterbierum en Urk (Winkelman 1992a).

Het aantal vogels dat tegen een windturbine botst, blijkt aanzienlijk kleiner dan gemiddeld bij een alleenstaand obstakel (vuurtoren, hoge zendmast) in een risicogebied. Het aantal is echter groter dan bij zendmasten in minder risicovolle gebieden. Per kilometer windpark is het aantal gelijk of kleiner dan bij een gelijke lengte hoogspanningsleiding, en gelijk of iets groter dan bij een zelfde lengte verkeersweg (Winkelman 1992a).

Botsingskansen Het door correctie voor vindkans, aaseterij, afgezochte oppervlakte en zoek efficiëntie geschatte aantal slachtoffers geeft geen antwoord op de vraag welk aandeel van de door het rotor- of windturbinevlak vliegende vogels in werkelijkheid botst. Daarvoor zijn ook gegevens nodig over het vogelaanbod op rotor- c.q. windturbinehoogte. Een dergelijk onderzoek is alleen in het windpark nabij Oosterbierum verricht (Winkelman 1992b). Daarbij is zowel van restlichtversterkers (alleen 's nachts) en een warmtebeeldcamera (overdag en 's nachts) als van radar (vooral 's nachts) gebruik gemaakt (Winkelman 1992e). Uit dit onderzoek is gebleken dat in de herfst met name bij niet te sterke westelijke wind (tegenwind) gedurende de gehele nacht trek kan worden waargenomen in het windpark. Bij oostelijke wind (meewind) vindt

trek vooral op hoogten boven het windpark plaats. Bij storm werd er geen trek waargenomen. Bij regen viel de trek niet altijd stil. Bij mist leken de vogels de luchtlaag op turbinehoogte te mijden. Uit het onderzoek is verder gebleken dat 's nachts aanzienlijk minder vogels op windturbinehoogte passeren dan in de schemering (ochtend: einde nachttrek, begin dagtrek en lokale voedseltrek; middag: begin nachttrek, lokale slaaptrek) en dat 'topnachten' slechts nu en dan voorkomen (1986 en 1988 telkens een van de zeven nachten waarop met een warmtebeeldcamera kon worden waargenomen). In deze twee nachten passeerden op windturbinehoogte respectievelijk 24 en 19 groepen (33 en 27 vogels) per uur per 100 m windpark. In 1988 vloog 70% hiervan op rotorhoogte (20-50 m). Deze hoogte besloeg 60% van de totale windturbinehoogte (0-50 m).

Uit het onderzoek is verder gebleken dat botsingen vooral plaatsvinden in de schemering en 's nachts (overdag: 7%, $N = 14$ passages door rotorvlak, schemering en duisternis: 20%, $N = 51$). Niet alle botsingen blijken overigens dodelijk, terwijl ook botsingen met het zog achter de rotor voorkomen wanneer vogels met meewind de windturbine passeren. Winkelman (1992b) berekende op grond van de botsingspercentages, het aantal draaiende windturbines, het aantal vogelpassages op rotorhoogte gedurende de nacht en tijdens de schemering, en het aandeel dat de rotor ook daadwerkelijk passeert dat er tijdens de periode van het nachtonderzoek in het gehele windpark 68 vogels dodelijk tegen een windturbine zouden zijn gebotst (4324 passages, 6973 vogels). Dat betekent dat van elke 64 oost-west (dus door drie rijen windturbines) passerende groepen, respectievelijk van elke 100 oost-west passerende vogels één vogel dodelijk met een draaiende windturbine zou zijn gebotst. Indien het windpark volledig operationeel zou zijn geweest, zouden 170 slachtoffers zijn gevallen. Dit komt neer op een botsingsratio met dodelijke afloop van één op de 25 groepen en één op de 40 vogels. Berekent men deze ratio's niet voor het vogelaanbod op rotorhoogte, maar op het aantal op windturbinehoogte, dan wordt de ratio één op de 47 groepen, respectievelijk één op de 82 vogels.

Bij de dagelijkse zoekacties werden in de periode waarin 's nachts met nachtzichtapparatuur werd waargenomen, in het gehele windpark slechts twee slachtoffers (koperwiek (*Turdus iliacus*), kokmeeuw) gevonden. Uitgaande van de voor deze periode gevonden correctiefactoren, zou dit neerkomen op gemiddeld 20,5 (13,8-45) verongelukte vogels. De schatting van 68 vogels op grond van de waarnemingen met de warmtebeeldcamera ligt daar dus ruim boven. Deze gegevens wijzen erop dat de bovengrens van het berekende 95%-betrouwbaarheidsinterval van het aantal slachtoffers de werkelijkheid beter benadert dan het gemiddelde.

Operationele versus niet-operationele situatie In het windpark nabij Oosterbierum werden in de periode met overwegend operationele windturbines (herfst 1990 - voorjaar 1991) twee- (voorjaar) tot viermaal (herfst) zoveel slachtoffers per afgezocht obstakel gevonden als in de bouwfase en de niet-operationele situatie (1986-1989). In het windpark nabij de Kreekraksluizen werd geen aanwijzing voor een verschil tussen de twee situaties gevonden (Musters *et al.* 1991). Dit windpark is tijdens het onderzoek echter vrijwel continu in bedrijf geweest. In dat geval is een correlatie tussen het percentage

van de tijd dat het windpark iedere maand draaide en het aantal slachtoffers (1-3 per maand), ook nauwelijks te verwachten.

Relatie met lokatie windturbines In alle drie studies werden de vogels verspreid over het gehele windpark gevonden. In twee van de drie studies bleek echter dat rond sommige windturbines minder slachtoffers werden gevonden dan rond andere. In de cluster-opstelling nabij Oosterbierum (Winkelman 1992a) werden rond de twee buitenste rijen van zes windturbines significant meer slachtoffers gevonden dan rond de middelste rij (zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers; voor de zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers was het verschil niet significant). In het windpark nabij de Kreekraksluizen werden rond de meest noordelijke van de vijf windturbines eveneens meer slachtoffers gevonden dan bij de overige vier (Musters *et al.* 1991). In de lijnopstelling nabij Urk was dit echter niet het geval (Winkelman 1989).

Leeftijd en geslacht Onder aanvaringsslachtoffers van windturbines worden beide geslachten en alle leeftijdsklassen aangetroffen. De gegevens geven geen aanleiding tot het veronderstellen van verschillen in aanvaringskansen tussen de verschillende leeftijdsklassen en de geslachten.

Aantal slachtoffers in relatie tot de populatiegrootte De soortensamenstelling van de slachtoffers weerspiegelt in alle drie studies de overdag aanwezige of 's nachts te verwachten avifauna (Urk: Winkelman 1989, Kreekraksluizen: Musters *et al.* 1991, Oosterbierum: Winkelman 1992a). In het windpark nabij de Kreekraksluizen werd een positief verband tussen het aantal aanvarings-slachtoffers en de populatiegrootte van de desbetreffende soorten in het gebied vastgesteld (Musters *et al.* 1991). Dat lijkt erop te wijzen dat het aantal vogels dat tegen een windturbine botst, proportioneel met de populatiegrootte is. Er bestaan in dit opzicht echter wel grote verschillen in aanvaringskansen tussen de soorten. Ook de omstandigheden spelen hierbij een rol. In het windpark nabij Oosterbierum vielen in de herfst in verhouding tot het aantal vliegbewegingen 's nachts veel meer zangvogels dan meeuwen, eenden en steltlopers (Winkelman 1992a). Uit directe waarnemingen met nachtzichtapparatuur (Winkelman 1992b) is gebleken dat het risico op een botsing voor zangvogels afneemt met de grootte van de vogel. Betreft men ook de dagtrekkers in de berekening, dan dalen de percentages met een factor 10. Overdag bleek vooral de groep 'overige soorten' (onder andere roofvogels, reigers en duiven) hoog te scoren.

In het voorjaar bleken eenden relatief vaak te verongelukken (gebaseerd op het aantal vogeldagen dat door broedvogels en pleisteraars van de desbetreffende soorten in een gebied tot 500 m van het windpark werd doorgebracht). Dan volgden de meeuwen, steltlopers en 'overige soorten' (afnemende kans op een dodelijk ongeluk). Ook in het windpark nabij de Kreekraksluizen scoorden pleisterende eenden hoger dan steltlopers (Musters *et al.* 1991). De groep 'overige soorten' (ten dele een andere combinatie van soorten dan in Oosterbierum) scoorde hier ongeveer even hoog als de eenden.

Wanneer wordt aangenomen dat alle vogelaanvaringen 's nachts zouden hebben plaatsgevonden, dan zou in het windpark nabij Oosterbierum gemid-

deld één op de 500-1000 passanten (zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers, respectievelijk zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers, aantallen afgerond) tegen een windturbine zijn gebotst (Winkelman 1992a). Worden de overdag langs trekkende vogels (seizoentrek en lokale vliegbewegingen) ook in de beschouwing betrokken, dan wordt dit één op de 5000-10 000 passanten. In het voorjaar bleek één op de 1000-1500 tot op 500 m afstand van het windpark broedende en pleisterende vogels dagelijks een dodelijke aanvaring met een windturbine te hebben gehad. In het windpark nabij de Kreekraksluizen was dat op jaarbasis en berekend over een ruim gebied rond het windpark gemiddeld één op de 1000 (Musters *et al.* 1991).

Relatie met het seizoen Bij de Kreekraksluizen, waar het gehele jaar door naar slachtoffers werd gezocht, kon geen relatie tussen het seizoen en het aantal slachtoffers (herfst en winter elk drie, voorjaar en zomer elk vier) worden aangetoond.

Ook in het windpark nabij Oosterbierum vielen in de (vrijwel) volledig operationele situatie in de herfst niet meer slachtoffers dan in het voorjaar (Winkelman 1992a, herfst 1990 en voorjaar 1991 respectievelijk 0,06 (0,04-0,13) en 0,05 (0,05-0,16) zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers per windturbine per dag, en 0,10 (0,07-0,24) en 0,07 (0,06-0,22) zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers). De voorjaarsperiode beslaat echter niet alleen de periode van de voorjaars trek, maar ook een deel van het broedseizoen. Wordt het aantal slachtoffers berekend over de periode waarin gedurende het voorjaar de meeste trek optreedt (begin maart - begin mei), dan worden de aantallen voor het voorjaar 0,09 (0,08-0,29) zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers en 0,12 (0,11-0,39) zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers (Winkelman 1992a). In het windpark nabij Oosterbierum vielen in de herfst en het vroege voorjaar dus relatief de meeste slachtoffers; in het late voorjaar waren dat er relatief minder (Winkelman 1992a).

In het windpark nabij Urk, waar van de herfst tot en met het voorjaar werd gezocht, werden in de herfst twee tot drie keer zoveel slachtoffers gevonden als in de winter en het voorjaar (Winkelman 1989). Hierbij moet echter worden bedacht dat in een van de twee winter- en voorjaarsperiodes door de wijze van zoeken de kans om kleine vogels te vinden veel kleiner was dan in de herfst. De berekende aantallen voor winter en voorjaar in Winkelman (1989) betreffen dan ook minimaal aantallen.

Relatie met het weer In twee van de drie windparken werd een duidelijk verband gevonden tussen het aantal slachtoffers en het weer. In het windpark nabij Oosterbierum (Winkelman 1992a) werd in de herfst van 1988 en 1990 na 19 nachten met goede vliegomstandigheden (windstilte of meewind) en redelijke tot goede zichtomstandigheden (heldere nachten, geen regen of mist) 0 slachtoffers per dag gevonden, na 39 nachten met matige tot goede vliegomstandigheden en matige zichtomstandigheden 0,14 slachtoffers per dag en na 30 nachten met slechte vliegomstandigheden (harde (tegen)wind) en slechte zichtomstandigheden (veel bewolking, geen maan, met regen of mist) 0,40 slachtoffers per dag (alleen zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers; als ook de mogelijke slachtoffers erbij worden betrokken, worden de getallen respectievelijk 0,11, 0,31 en 0,60 slachtoffers per dag).

In het windpark nabij Urk (Winkelman 1989) werden in de herfst van 1988, na 13 nachten met goede vlieg- en zichtomstandigheden, 0 slachtoffers per dag gevonden, na acht nachten met goede vliegomstandigheden en matige of slechte zichtomstandigheden 0,63 slachtoffers per dag, en na vijf nachten met matige tot slechte vlieg- en zichtomstandigheden 1 slachtoffer per dag. Van alle slachtoffers in de periode december 1987 tot april 1989 (broedseizoen 1988 uitgezonderd) die voor deze analyse in aanmerking kwamen, viel 68% in nachten of vroege ochtenden met matige tot slechte vlieg- en zichtomstandigheden, 18% bij goede vliegomstandigheden, maar matige of slechte zichtomstandigheden, 9% bij matige tot slechte vliegomstandigheden en matige tot goede zichtomstandigheden, en 5% bij goede vlieg- en zichtomstandigheden.

In het windpark nabij de Kreekraksluizen werd na mist of regen gedurende de twee dagen voorafgaand aan een zoekdag niet vaker een slachtoffer gevonden dan na andere dagen (Musters *et al.* 1991). Wel leek het erop dat na dagen met windstilte (windturbines niet operationeel) vaker een slachtoffer werd gevonden dan na dagen met wind. Het verschil was echter nauwelijks significant ($P = 0,05$).

De weersomstandigheden bepalen niet alleen de vlieg- en zichtomstandigheden, maar zijn ook van invloed op de sterkte van de seizoentrek (bijvoorbeeld Alerstam *et al.* 1973). Een sterke najaarstrek treedt in een doortrekgebied bijvoorbeeld direct op na passage van een lage-drukgebied met bijbehorende koudefronten. Er heerst dan voor de vogels een uitermate gunstige (sterke) meewind. Zo'n trek golf kan dagen doorlopen, omdat door verplaatsing van het lage-drukgebied de weersgesteldheid steeds in nieuwe vertrekgebieden gunstig wordt. Het op het lage-drukgebied volgende hoge-drukgebied veroorzaakt meestal ook andere gunstige trekomstandigheden (heldere hemel, rustig weer, weinig neerslag). Als aan het begin van een dergelijke trek golf de gunstige meewind gepaard gaat met zware bewolking, regen of mist, neemt de kans op vogelaanvaringen toe (bijvoorbeeld Alerstam *et al.* 1973, Avery *et al.* 1980).

Rampnachten In geen van de drie windparken heeft tijdens het onderzoek een rampnacht, waarbij in één nacht een groot aantal slachtoffers valt (single-night kill), plaatsgevonden. Dit stemt overeen met wat bekend is uit de vogelaanvaringsliteratuur wat betreft de aanvaringsrisico's voor vogels bij onverlichte obstakels met een maximumhoogte van 50-60 m (Winkelman 1992a). Single-night kills zijn uit Europa en de USA vooral bekend van obstakels hoger dan 150 m. Op lagere hoogte is de vogeldichtheid en daarmee de kans op een aanvaring door een groot aantal vogels tegelijk aanzienlijk geringer (vgl. Winkelman 1992c).

Conclusie Vogels botsen vrijwel uitsluitend 's nachts en in de schemering tegen windturbines. Het aandeel van de aanwezige populatie dat botst, is afhankelijk van de soort en de situatie. Tijdens de nachtelijke (najaars)trek scoren zangvogels relatief hoog (afnemende kans met grootte vogel), overdag vallen relatief meer slachtoffers onder roofvogels, reigers en duiven. Pleisterende eenden scoren hoger dan steltlopers. Het weer, het seizoen, de plaats van de windturbine binnen de configuratie van het windpark en het al dan niet operationeel zijn van een windturbine hebben alle invloed op het aantal dodelijke botsingen. Windparken met veel verstorende landschapselementen

in de nabijheid en veel horizonverlichting scoren lager (op jaarbasis per dag gemiddeld 0,01 slachtoffers, 95%-betrouwbaarheidsinterval 0,00-0,03) dan windparken zonder zulke obstakels en zonder horizonverlichting van enige betekenis (0,05-0,06 slachtoffers of iets minder).

2. Verstoring broedvogels

Situatie in Nederland Kwantitatief en statistisch onderbouwd onderzoek naar het mogelijk versturend effect van middelgrote windturbines op broedvogels is in ons land alleen in en rond het windpark nabij Oosterbierum uitgevoerd (Winkelman 1990b: bouwverloop en half-operationele situatie, Winkelman 1992d: operationele situatie). Hierbij werden gedurende 1984-1991 jaarlijks door medewerkers van de Vogelwacht Franeker en Omstreken (VFO) in het windpark (55 ha) en in een aan het windpark grenzend controlegebied (ruim 1000 ha) karteringen van broedende weidevogels, met name kievit, grutto (*Limosa limosa*), scholekster en tureluur (*Tringa totanus*), op perceelniveau verricht (zie voor nadere gegevens over de ligging van beide gebieden, de door de tellers aangehouden rayon-indeling en de indeling in afstandszones van het gebied tot het windpark Winkelman 1992d). De inventarisaties vonden plaats na 12 april (laatste dag waarop in Friesland kievitseieren mogen worden geraapt), in het kader van de nazorg. Uiteindelijk bleken er voor 955 ha nestkarteringen uit alle jaren beschikbaar te zijn.

Bij de statistische verwerking van de gegevens is gebruik gemaakt van een trendanalyse gebaseerd op het BACI-model: er zijn waarnemingen voor (*before*, B) en na (*after*, A) de ingreep, in een controlegebied (*control*, C) en het ingreepgebied (*impact*, I). Bij de analyse is uitgegaan van de veronderstelling dat de aantallen en de verspreiding van de broedvogels in het telgebied niet alleen door het windpark konden zijn beïnvloed (hoofdeffect), maar ook door de per voorjaar wisselende oppervlakte bouw- en grasland. In het algemeen betrof dit een toename van de oppervlakte bouwland ten koste van dat van grasland in de loop van het onderzoek, de plaats ten opzichte van het windpark, de per voorjaar (c.q. periode vóór de bouw, bouwfase en half-operationele situatie (menselijke verstoring het grootst), operationele situatie) wisselende aantallen in het gehele telgebied, de per voorjaar (c.q. periode) wisselende verspreiding binnen het telgebied en de verschillende oppervlakten van de onderscheiden afstandszones (neveneffecten). Voor details over de gebruikte modellen, toetsen en berekeningswijze wordt verwezen naar Winkelman (1992e).

De resultaten van de weidevogelkarteringen zijn samengevat in Winkelman (1992d). Uit de analyse is gebleken dat de kievit en de scholekster significant meer op bouwland voorkwamen, de grutto en de tureluur meer op grasland, dat in bepaalde afstandszones meer broedvogels van deze soorten voorkwamen dan in andere, en dat de scholekster in de loop der jaren en perioden in aantal is toegenomen (andere drie soorten geen significante voor- of achteruitgang van de totale aantallen, kievit tendens tot afname, grutto tendens tot toename). De geconstateerde verschillen tussen afstandszones waren voor ieder jaar en iedere periode constant.

Bij de scholekster was sprake van een significante vermindering van het aantal broedparen met toenemende afstand tot het windpark (zowel onder volledig

model als onder aanpassing voor periode). Bij de drie andere soorten was dit niet het geval. De aantalstoename van de scholekster leek in het windpark iets achter te blijven bij de toename in de overige afstandszones. Bij de kievit was er een relatief grotere reductie tot een afstand van 100 m rond het windpark. De verschillen waren echter in beide gevallen niet significant.

De resultaten van dit onderzoek wijzen dus niet op een aantoonbare invloed van het windpark op de in het onderzoeksgebied aanwezige aantallen en de verspreiding van broedvogels. Hierbij moet echter wel worden bedacht dat negatieve effecten mogelijk pas op langere termijn merkbaar worden, omdat van de onderzochte soorten bekend is dat deze gemiddeld een lange levensduur hebben en een grote mate van plaatstrouw aan hun broedplaats vertonen.

Of de aanleg van het windpark tot een wijziging van het gedrag (bijvoorbeeld een mogelijke verlaging van het broed- en uitvliessucces) heeft geleid, is niet bekend.

In het windparkgebied nabij Oosterbierum werden op maaiveldhoogte op 100, 250 en 400 m benedenwinds van het windpark geluidsniveaus gemeten van respectievelijk 41-43 dB(A) (bij een windsnelheid van 5 m/sec), 37-40 dB(A) en 34-37 dB(A) (beide bij een windsnelheid van 7 m/sec) (Winkelman 1992d). Deze waarden liggen lager dan de gemiddelde waarde van 48 dB(A), waarboven bij weidevogels die nabij snelwegen broeden, een afname van het aantal broedparen is vastgesteld (Reijnen & Foppen 1991).

Situatie elders In het buitenland zijn verscheidene studies verricht naar de mogelijke verstoring van windturbines en windparken op broedvogels. Het gaat hierbij echter steeds om onderzoek dat geheel of ten dele bij kleinere (Noord-Duitsland: Böttger *et al.* 1990) of grotere windturbines (Zweden: Karlsson 1987, Denemarken: Pedersen & Poulsen 1991, Schotland: Meek *et al.* 1992) is verricht dan in Friesland, of om onderzoek waarbij kanttekeningen bij de analyse van de gegevens en de interpretatie van de resultaten zijn te plaatsen (Noord-Duitsland: Böttger *et al.* 1990, Pedersen & Poulsen 1991). Door Winkelman (1992d) is een overzicht van deze studies gegeven.

Met uitzondering van het onderzoek van Pedersen & Poulsen (1991) rond de 2 MW windturbine bij Tjæreborg in Denemarken (aantallen broedparen en uitkomstsucces van eieren), wijzen de resultaten van deze studies in sterk verschillende biotopen en aan uiteenlopende soortgroepen als duikers, eenden, hoenders, steltlopers, meeuwen en zangvogels, echter niet op een verstorende werking van windturbines op broedvogels. Volgens Pedersen & Poulsen (1991) wijzen hun gegevens zowel op een verstoring van het aantal broedende steltlopers door windturbines als op een negatieve invloed van windturbines op het broedsucces (met name bij de kievit, de meest voorkomende soort in het gebied). Tijdens de half-operationele en operationele situatie (1988-1989) stond de windturbine echter meestal stil. Voor kritiek op de bewerking van de gegevens, de statistische analyse en de interpretatie van de resultaten wordt verwezen naar Winkelman (1992d: 7.2.1).

Conclusie Er zijn tot nu toe geen aanwijzingen gevonden dat windturbines, al dan niet in een cluster- of lijnopstelling geplaatst, een verstorende werking hebben op de aantallen en verspreiding van broedvogels. De verrichte studies hebben echter alle het nadeel dat de onderzoeksperiode waarin de windturbines operationeel waren, slechts een korte tijdsspanne besloeg.

De resultaten van de windturbinstudies stroken niet met die over verstoring van broedvogels door andere obstakels in het landschap (literatuuroverzicht in Winkelman 1992d). De in deze gevallen geconstateerde effecten zijn echter mogelijk geheel verstrengeld met effecten veroorzaakt door veranderingen in de waterhuishouding, het grondgebruik en de intensiteit van het beheer ten gevolge van de bouw van het obstakel. In het windpark nabij Oosterbierum is hiervoor gecorrigeerd.

3. Verstoring pleisterende vogels

Er zijn in ons land drie kwantitatieve en statistisch onderbouwde studies uitgevoerd naar de mogelijk verstorende werking van windparken op pleisterende vogels (Winkelman 1989: windpark nabij Urk, Musters *et al.* 1991: windpark nabij de Kreekraksluizen, Winkelman 1992d: windpark nabij Oosterbierum). Het onderzoek in het windpark nabij de Kreekraksluizen wordt hier verder buiten beschouwing gelaten, omdat door het ontbreken van een echt controlegebied het niet mogelijk was de aantalsveranderingen in het onderzoeksgebied in de operationele situatie eenduidig toe te schrijven aan de plaatsing van de windturbines. Bij het windpark nabij Urk is zowel de mogelijk verstorende werking van de in de late herfst, winter en het vroege voorjaar op het IJsselmeer pleisterende watervogels onderzocht, als de mogelijke invloed op de in die seizoenen binnendijks op grasland en akkers pleisterende ganzen en zwanen. Bij het windpark nabij Oosterbierum ging het om in de herfst, de winter en het voorjaar op akkers en grasland pleisterende eenden, steltlopers, meeuwen, duiven, kraaien en spreeuwen.

Watervogels buitendijks In het winterhalfjaar van de jaren 1987-1989 zijn nabij Urk zowel in het (toekomstige) ingreepgebied als in een controlegebied in principe wekelijks vanaf de dijk de vogels geteld die tot 500 m uit de kust op het IJsselmeer verbleven (vier afstandszones op het water, drie op het land, zie voor details Winkelman 1989). De gegevens zijn, evenals bij de broedvogels, van het BACI-type. De hypothese 'geen effect' werd getoetst met behulp van de per telling berekende verhouding tussen de aantallen vogels in het controlegebied en het ingreepgebied in de periode zonder, respectievelijk met windturbines (gegeneraliseerd lineair model voor aantallen met Poisson-regressie). Daarnaast is het voorkomen langs de dijk per telvak van 100 m binnen elk van de drie telseizoenen nader geanalyseerd teneinde de omvang van de mogelijke effecten van het windpark te kunnen kwantificeren (toets binnen een seizoen; aanname verdeling gelijk zonder windpark).

Uit de toetsresultaten met het BACI-model (toetsing resultaten tussen seizoenen) is gebleken dat na plaatsing van de windturbines in 5% van de 38 gevallen dat een uitspraak kon worden gedaan (totaal 77 mogelijkheden: 7 afstandszones, 2 soortgroepen en 9 soorten), er meer vogels in het windpark aanwezig waren dan ervoor en in 42% minder. In 53% van de gevallen was er geen effect aantoonbaar.

Een effect van het windpark op de verspreiding van vogels werd vastgesteld voor fuut (mogelijk verschuiving van 100-250 m naar 250-500 m uit de kust), wilde eend (negatief effect (minder vogels na plaatsing van het windpark) 0-250

m uit de kust), tafeleend (negatief effect 50-100 m uit de kust), kuifeend (negatief effect 0-100 m uit de kust), brilduiker (mogelijk negatief effect 50-100 m uit de kust), meerkoet (negatief effect dijktaalud), kokmeeuw (negatief effect dijktaalud, steenglooiing aan voet van dijk, mogelijk 0-100 m uit de kust, 100-250 m uit de kust, maar significantie door één telling bepaald), stormmeeuw (negatief effect steenglooiing en 0-50 m uit de kust, maar significantie in laatste geval door één telling bepaald) en meeuwen als groep (verschuiving van dijk naar water 50-100 m uit de kust). Geen effect werd gevonden voor de groep van watervogels als geheel.

Negatieve effecten op de aanwezige aantallen vogels werden dus niet vastgesteld in de zone die het verst van de windturbines was verwijderd (250-500 m uit de kust, 300-550 m van het windpark). Daarbinnen bleek de gevoeligheid voor verstoring soortafhankelijk. De versturende effecten waren het grootst bij de wilde eend (0-250 m uit de kust) en kuifeend (0-100 m). Voor fuut, tafeleend, brilduiker en meerkoet leek de omvang van het versturend effect gering (meeuwen onduidelijk).

Bij de toets binnen een seizoen (drie onderscheiden seizoenen: één seizoen zonder windpark tijdens het vooronderzoek, gevolgd door twee seizoenen met een operationeel windpark) konden de zangvogels ook nog als aparte groep worden meegenomen. Over het geheel genomen, waren de effecten in 1987/1988 negatiever dan in 1988/1989 (41% negatief, 5% positief tegen 25% negatief en 21% positief). Een effect van het windpark werd op deze manier gevonden voor wilde eend (vooronderzoek grotere aantallen in toekomstig windparkgebied, ingreepjaren negatief effect steenglooiing (mogelijk) en 0-250 m c.q. 0-500 m uit de kust, 0-250 m ter hoogte van het windpark 2-3 keer kleinere aantallen dan buiten het windpark), tafeleend (vooronderzoek geen verschil, ingreepjaren negatief effect 0-100 m c.q. 0-250 m uit de kust, met ter hoogte van het windpark in de drie afstandszones tussen 0 en 250 m respectievelijk 3-52, 4 en 0-8 keer kleinere aantallen dan buiten het windpark), kuifeend (vooronderzoek geen verschil, ingreepjaren negatief effect 0-100 m uit de kust, met daarin ter hoogte van het windpark in de twee afstandszones respectievelijk 3-19 en 2-8 keer kleinere aantallen dan buiten het windpark), brilduiker (vooronderzoek geen verschil, ingreepjaren negatief effect 50-100 m, mogelijk 0-250 m uit de kust, met ter hoogte van het windpark in de afstandszone 50-100 m 3-10 keer kleinere aantallen dan buiten het windpark), meerkoet (geen eenduidige resultaten, mogelijk licht negatief effect 0-100 m uit de kust), stormmeeuw (negatief effect dijktaalud met 2-7 keer kleinere aantallen ter hoogte van het windpark dan daarbuiten, in één jaar ook 0-50 m en 100-250 m uit de kust), zangvogels (negatief effect boven water, geen of positief effect boven land). Geen effecten werden gevonden bij fuut, toppereend, kokmeeuw, en meeuwen en watervogels als groep.

Bij de toets binnen een seizoen traden negatieve effecten dus vooral op bij de in de eerste 250 m uit de kust verblijvende wilde eenden, tafeleenden, kuifeenden en brilduikers (wilde eend mogelijk ook steenglooiing en soms op 250-500 m uit de kust). De verstoringfactor bedroeg in 30% van de gevallen 1-2, in 35% 2-5, in 25% 5-10 en in 10% meer dan 10. Bij meerkoet, stormmeeuw en de meeuwen als groep was er een (mogelijk) licht versturend effect.

De resultaten van de toets binnen een seizoen vertoonden dus grote overeenkomsten met die uit het BACI-model. In het BACI-model werd alleen voor tafeleend en brilduiker een veel minder duidelijk effect gevonden dan in het

seizoenmodel. Dit was terug te voeren op het feit dat in het seizoenmodel voor meer afstandszones een uitspraak kon worden gedaan dan voor het BACI-model.

In de schaarse literatuur over het mijden van wateren in de overwinteringsgebieden door verstoring (overzicht in Winkelman 1989) wordt de wilde eend sterk gevoelig genoemd, gevolgd door de brilduiker. Daarna volgt de tafeleend, terwijl kuifeend en meerkoet als licht verstoring gevoelig worden aangemerkt. Over het algemeen wordt aangenomen dat foeragerende vogels minder gevoelig voor verstoring zijn dan rustende vogels. Wilde eend, kuifeend en tafeleend gebruikten het gebied ter hoogte van het windpark nabij Urk overdag inderdaad om te rusten. Futen en meeuwen zochten daarentegen juist wel overdag voedsel in het gebied.

Zwanen en ganzen binnendijs In 1987/1988 en 1988/1989 (operationeel windpark) werd wekelijks het voorkomen en de talrijkheid van knobbel-, kleine en wilde zwaan (*Cygnus cygnus*) in het westelijke deel van de Noordoostpolder vastgesteld en vergeleken met die in vier van de vijf voorafgaande jaren. Op grond van de verdeling van het aantal zwaandagen (aantal zwanen * verblijfsduur in dagen) over het gebied leken deze soorten het windpark en directe omgeving niet te mijden. Wel concentreerden de zwanen zich ter hoogte van het windpark meer dan elders in de strook van 200-400 m van de IJsselmeerdijk. Dit zou erop kunnen duiden dat het windpark toch verstorend werkt voor zwanen.

Voor ganzen waren behalve gegevens uit twee winters met een operationeel windpark, ook gegevens beschikbaar uit 1977/1978-1986/1987 (blanco-situatie). Op grond van soortensamenstelling, aantallen aanwezige ganzen en de verdeling van het aantal gansdagen over het gebied kon geen verstorend effect van het windpark op de ganzen worden vastgesteld. Wel was er ter hoogte van het windpark opnieuw een concentratie van ganzen op 200-400 m afstand van de IJsselmeerdijk ter hoogte van het windpark.

De effectberekening volgens het BACI-model kon alleen worden toegepast voor de wilde zwaan. Het effect was in het ene ingreepjaar negatief, in het andere neutraal. De variabiliteit in de tellingen was groot, als gevolg van het sterk geclusterd voorkomen van de ganzen en zwanen. Het windparkeffect was daardoor bij de meeste soorten vermoedelijk geheel verstrengeld met een seizoen/plaats interactie, waardoor het BACI-model niet kon worden toegepast. Ook waren er grote verschillen in de aantallen vogels tussen de verschillende winterseizoenen.

In Denemarken werden foeragerende kleine rietganzen (*Anser brachyrhynchus*) (soort slechts in klein aantal in Noordoostpolder) echter niet dichter dan 400 m van een in een open agrarisch landschap opgestelde lijnopstelling van kleine windturbines gezien (Petersen & Nøhr 1989). Enige voorzichtigheid ten aanzien van de conclusie met betrekking tot het verstorend effect van windturbines op ganzen lijkt dus geboden.

Pleisterende vogels Oosterbierum In de herfst, de winter en het voorjaar van 1990/1991 werden een tot twee keer per week (herfst) en twee- tot viermaal per maand (winter en voorjaar) alle vogels (met uitzondering van zangvogels

kleiner dan een spreekw) geteld in het windpark nabij Oosterbierum en omgeving (totaal 875 ha, zie voor details Winkelman 1992d) en vergeleken met tellingen in hetzelfde gebied in de blanco-situatie (1984-1986). Het windpark en een zone tot 100 m eromheen werd als ingreepgebied beschouwd, de overige zes afstandszones (tot en met 2000 m) fungeerden als controlegebied. De verzamelde gegevens zijn dus ook hier van het BACI-type (zie Winkelman 1992d voor model, toets en een interpretatie van de toetsingsresultaten). Voor soorten met hoogwatervluchtplaatsen in het telgebied werd de BACI-toets afzonderlijk uitgevoerd voor tellingen die tijdens hoogwater zijn gehouden en inventarisaties die tijdens laagwater zijn verricht. Daarbij zijn ook tellingen uit de half-operationele situatie (minimaal 10 van de 18 windturbines operationeel) gebruikt. Het effect van het draaien van de windturbines is onderzocht door de operationele situatie (minimaal twaalf windturbines operationeel) te vergelijken met het stilstaande windpark (1987-1989).

Een negatief effect van het operationele windpark werd vastgesteld bij wilde eend (herfst aantalsreductie met een factor 2, maar verstrengeld met bouwlandeffect, tot 100 m van buitenste rij windturbines; hoogwater herfst aantalsreductie met factor 3 tot 250 m afstand), kuifeend (winter en voorjaar aantalsreductie met factor 10-15 tot mogelijk 250 m afstand), meerkoet (winter en voorjaar aantalsreductie met een factor van minimaal 10 tot 250 m afstand), scholekster (winter en voorjaar aantalsreductie met een factor 3 tot op 100 m afstand), goudplevier (*Pluvialis apricaria*) (hoog- en laagwater winter en voorjaar aantalsreductie tot bijna 100% tot 100 m afstand), kievit (herfst aantalsreductie met een factor 6-12 tot 100 m afstand), wulp (herfst aantalsreductie met een factor van minimaal 20, maar verstrengeld met bouwlandeffect, tot 500 m afstand; winter en voorjaar aantalsreductie met een factor 2-5, eveneens verstrengeld met bouwlandeffect, tot 100-250 m afstand; hoog- en laagwater herfst, winter en voorjaar aantalsreductie met factor 3-20, hoogwater mogelijk zelfs tot 750 m), stormmeeuw (herfst aantalsreductie met factor 10-20, maar wel verstrengeld met bouwlandeffect, tot 250 m, mogelijk 500 m afstand; hoogwater herfst aantalsreductie zonder bouwlandeffect tot 250 m afstand, daarbuiten verstrengeld met bouwlandeffect, aantalsreductie met factor 7-20), zilvermeeuw (herfst aantalsreductie met factor 9-23, hoogwater met factor 12-30, tot 500 m afstand) en duiven (herfst mogelijk aantalsreductie met factor 3-20 tot 100-250 m afstand). Geen effect werd gevonden bij kokmeeuw, kraaien en spreekw.

Er werden in de operationele situatie dus geen negatieve effecten vastgesteld in de afstandszones die het verst van de windturbines waren verwijderd (500-2000 m). De afstand waarop nog een verstoring aantoonbaar was, lag op maximaal 500 m van de buitenste rij windturbines. De meeste verstoring beperkte zich echter tot 100-250 m afstand. Dat was ook in de bouwfase het geval (Winkelman 1990b). De gevoeligheid voor verstoring is niet voor alle soorten of soortgroepen gelijk en bovendien afhankelijk van seizoen en getij. Eenden werden meestal tot 250 m afstand verstoord, steltlopers (met uitzondering van de wulp) tot op 100 m afstand en meeuwen (met uitzondering van de kokmeeuw) tot 250-500 m. De wulp (verstoring tot 500 m) bleek het meest gevoelig voor verstoring te zijn. De omvang van het windparkeffect (sec) was bij de meeste soorten behoorlijk groot (aantalsreductie met een factor 3-20 niet ongewoon). Het effect was echter nimmer 100%.

In het buitenland is verstoring van pleisterende vogels van dezelfde soorten of soortgroepen door windturbines eveneens verscheidene malen vastgesteld, al werden de conclusies meestal niet statistisch onderbouwd of is discussie over de interpretatie van de resultaten mogelijk (overzicht in Winkelman 1992d). Foeragerende vogels bleken zich in een Deens onderzoek (Pedersen & Poulsen 1991) aanzienlijk dichter bij windturbines op te houden dan rustende vogels (voor de meeste soorten of soortgroepen ruwweg een factor 2).

Conclusie Voor verscheidene vogelsoorten werken windparken verstorend op voorkomen en talrijkheid van vogels die op open water rusten en foerageren (kleinere aantallen vogels tot 300 m van windpark). Negatieve effecten treden vooral op bij wilde eend, kuifeend, tafeleend, brilduiker en over het water vliegende zangvogels. Een (mogelijk) negatief effect treedt op bij fuut, meerkoet, stormmeeuw en meeuwen (als groep). Afhankelijk van de soort(groep) kan de verstoringfactor ruim 1 tot meer dan 10 bedragen.

Op grond van de beschikbare gegevens is het moeilijk iets te zeggen over het verstorend effect van windturbines op zwanen en ganzen die op cultuurland foerageren. De gegevens wijzen echter niet op een groot effect, met uitzondering van de constatering dat kleine rietganzen in Denemarken een lijnopstelling van kleine windturbines niet dichter dan 400 m naderden. Er was in het windpark nabij Urk mogelijk wel een negatief effect bij de wilde zwaan. De afstand waarop de drie soorten zwanen zich ter hoogte van dit windpark in de polder concentreerden, zou ook op enige verstorende werking op deze soortgroep kunnen duiden.

In het open agrarische landschap van Noord-Friesland werd voor veel andere soorten (wilde eend, kuifeend, meerkoet, scholekster, goudplevier, kievit, wulp, stormmeeuw, zilvermeeuw, duiven) wel een verstorend effect van windturbines op voorkomen en talrijkheid van pleisterende vogels vastgesteld. Alleen bij de kokmeeuw, kraaien en de spreeuw werd zo'n effect niet vastgesteld. De mate van verstoring was soortspecifiek en afhankelijk van seizoen en getij. Voor de meeste soorten beperkte de verstoring zich tot 100-250 m afstand van de buitenste rij windturbines (twee tot drie keer de oppervlakte van het windpark), maar voor sommige soorten of soortgroepen strekte de verstoringafstand zich uit tot 500 m van het windpark (zes keer de oppervlakte van het windpark). De aantalsreductie kon oplopen tot 60-95% (factor 2,5-20), maar was nooit 100%. Bij eenden strekte de verstoring zich meestal uit over een afstand van 250 m van het windpark, bij steltlopers (met uitzondering van de wulp) over een afstand van 100 m, bij meeuwen (met uitzondering van de kokmeeuw) over een afstand van 250-500 m en bij de wulp over een afstand van 500 m. Wulp en goudplevier bleken in vrijwel elke situatie zeer gevoelig.

4. Verstoring passerende vogels overdag

In Nederland is dit aspect in het windpark nabij Oosterbierum onderzocht door in de herfst van 1984-1987 (1984-1986 bouwfase, 1987 half-operationele situatie) en 1990 (operationele situatie) in het windpark zelf (twee telposten) en op de waddendijk (kust, controlegebied) 's ochtends vroeg en in de namiddag de

aantallen overvliegende vogels (zowel seizoentrek als slaaptrek) te tellen (voor details zie Winkelman 1992d).

Bij de effectberekeningen (BACI-model, zie voor details model, toetsen en interpretatie toetsresultaten Winkelman 1992d) is uitgegaan van het aantal waargenomen groepen en de gemiddelde groepsgrootte per telling. Op grond van de resultaten in de ongestoorde situatie werd in het model een lokatie- en datumeffect opgenomen en een correctie toegepast voor windinvloeden voordat het windparkeffect zelf werd berekend.

In de operationele situatie (1990) werd in het windpark, vergeleken met de kust, voor meer soorten en soortgroepen een reductie van het aantal groepen vastgesteld dan bij stilstaande windturbines (1987). Tussen de telposten in het windpark traden vooral verschillen op in de operationele situatie, waarbij de reductie van het aantal groepen bij een afstand tussen de windturbines van vijfmaal de rotordiameter meestal groter was dan bij een afstand van tien keer deze diameter. Bij stilstaande windturbines bleek afhankelijk van de windrichting het aantal groepen met maximaal 36% te zijn verminderd, bij een operationeel windpark met maximaal 67%. De groepsgrootte kon daarbij zowel toenemen als afnemen.

Een significant effect werd in de operationele situatie vastgesteld bij wilde eend ('s ochtends 27-40% minder groepen en 50-67% toename gemiddelde groepsgrootte; 's avonds 28-41% minder groepen, 0-33% afname gemiddelde groepsgrootte), kievit ('s ochtends 4-35% minder groepen), watersnip ('s ochtends 6-31% minder groepen), wulp ('s ochtends 52-62% minder groepen; 's avonds 50-67% minder groepen), veldleeuwerik (*Alauda arvensis*) ('s ochtends 11-26% minder groepen, toename gemiddelde groepsgrootte met 0-67%), piepers ('s ochtends toename gemiddelde groepsgrootte met 0-50%; 's avonds 8-22% minder groepen), lijsters (6-33% minder groepen), spreeuw (afstand tussen windturbines vijfmaal de rotordiameter: 's ochtends (seizoentrek) 40-52% minder groepen, 's avonds (seizoentrek en slaaptrek) 57-63%; afstand tussen windturbines tienmaal de rotordiameter: 's ochtends zowel toename aantal groepen met maximaal 10% als afname met maximaal 14%, 's avonds toename met 44-62%), kneuen (*Carduelis cannabina*) ('s ochtends 17-30% minder groepen, geen effect bij een afstand van tienmaal de rotordiameter tussen windturbines, afname gemiddelde groepsgrootte met 50-67%). Er werd geen significant effect in de operationele situatie gevonden voor vinken en gorzen. Voor veel soorten werden ook bij stilstaande windturbines significante verschillen gevonden.

Conclusie Gemiddeld genomen neemt het aantal langs trekkende groepen vogels na de bouw van een windpark af. Het effect is het grootst in de operationele situatie. Voor de gemiddelde groepsgrootte is het effect soms negatief, soms positief. Bij een afstand tussen de windturbines van vijfmaal de rotordiameter is het negatieve effect op het aantal groepen meestal groter dan bij een afstand van tien keer deze diameter. De afstand tussen de windturbines heeft over het algemeen geen invloed op de gemiddelde groepsgrootte. De negatieve effecten uit zich vooral in een meer mijden van het windpark (reductie totale aantallen: minder groepen en kleinere groepsgrootte in windpark) en in een meer samenballen van de groepen vogels (grotere groepen). Als meest gevoelige soorten kwamen in het windpark nabij Oosterbierum wilde

eend, watersnip (*Gallinago gallinago*), wulp, lijsters (mogelijk), piepers en spreeuwen naar voren (laatste twee alleen bij een afstand tussen de windturbines van vijfmaal de rotordiameter). Weinig gevoelig bleken Kievit, veldleeuwierik (mogelijk), kwikstaarten, kneuen, piepers en spreeuwen (laatste twee alleen bij een afstand tussen de windturbines van tienmaal de rotordiameter). Vinken en gorzen bleken niet gevoelig.

5. Aanvlieggedrag overdag

Dit aspect is voor middelgrote windturbines alleen in het windpark nabij Oosterbierum onderzocht (Winkelman 1992c). Bij dit onderzoek is voor negen soorten en soortgroepen (eenden, grote vogels zoals ganzen, zwanen, roofvogels, reigers en aalscholver, steltlopers, stormmeeuw, grote meeuwen zoals zilvermeeuw en grote mantelmeeuw, kokmeeuw, duiven en kraaien, spreeuw en zangvogels kleiner dan een spreeuw) tijdens reguliere trektellingen onderzocht welk aandeel van de vogels die binnen 100 m van een windturbine passeerden, zichtbaar op de windturbines reageerden. Dit is zowel een maat voor de hinder die de vogels van de windturbines ondervinden als voor de mate waarin de vogels in staat zijn windturbines te ontwijken om een aanvaring te voorkomen.

Bij draaiende windturbines werd vaker gereageerd (bij een afstand van tien keer de rotordiameter tussen de windturbines in 11% van de gevallen, bij een afstand van vijf keer de rotordiameter in 18% van de gevallen) dan bij stilstaande windturbines (2%, geen relatie met de afstand tussen de windturbines). Bij kleine windturbines vond Winkelman (1984) ook significant minder reacties bij stilstaande dan bij operationele windturbines (gemiddeld 11% reacties binnen 100 m). Petersen & Nøhr (1989) kwamen voor acht windparken met kleine windturbines op gemiddeld 17% van alle vogels die binnen 150 m passeerden. In grote lijnen nam het aandeel reacties in het windpark nabij Oosterbierum met de grootte van de vogel toe. Dat was ook bij een aantal andere studies het geval (overzicht in Winkelman 1992c).

De verschillen tussen draaiende en stilstaande windturbines kwamen in het windpark nabij Oosterbierum zowel tot uiting in de vlieghoogte en de afstand waarop de windturbines werden gepasseerd (waar verschil significant, passage bij draaiende windturbines op grotere afstand) als in het midden van het rotorvlak en de omgeving ervan (afstand tussen windturbines tien keer de rotordiameter: bij alle groepen met uitzondering van eenden en grote vogels; afstand vijf keer de rotordiameter: alleen bij kokmeeuw en spreeuw). Met uitzondering van grote vogels en stormmeeuw vertoonden alle soorten en soortgroepen op korte afstand van de windturbines vaker een reactie dan wanneer de afstand groter was. De meeste reacties deden zich voor op rotorhoogte c.q. in en rond het rotorvlak. Bij draaiende windturbines was vaker sprake van een significant verschil dan bij stilstaande. Ook bij kleine windturbines deden zich de meeste reacties voor op rotorhoogte c.q. in en rond het rotorvlak (Winkelman 1984). In het windpark nabij Oosterbierum had de windrichting alleen bij draaiende windturbines soms een invloed op het aandeel vogels dat een reactie vertoonde. Een eenduidige lijn viel hierin echter niet te ontdekken. Winkelman (1984) vond bij kleine windturbines de meeste reacties met zij- en tegenwind.

In het windpark nabij Oosterbierum werden in een aparte studie het vliegpadd en het vlieggedrag van meer dan 2000 op de buitenste rij (seizoentrek: oostelijke rij, slaaptrek: ook zuidelijke rij) draaiende windturbines aanvliegende vogels of vogelgroepen (zes soorten c.q. soortgroepen: eenden, steltlopers, meeuwen, overige grote vogels, spreeuw en kleine zangvogels) over een afstand van minimaal 200-300 m voor passage van de rij windturbines nauwkeurig vastgelegd.

Ruim drie kwart van de reacties vond daarbij binnen 100 m afstand van de buitenste rij windturbines plaats (voor alle groepen 40-49% van de reacties op 50-100 m afstand; binnen 50 m aandeel sterk afhankelijk van soort of soortgroep, eenden meestal reagerend op grote afstand, kleine zangvogels op korte afstand; dit gold ook voor de afstand waarop de windturbine werd gepasseerd). Vogels die het windpark onder een hoek naderden, bleken vaker te reageren dan vogels die parallel aan de buitenste rij windturbines kwamen aanvliegen (alleen meeuwen seizoen trek geen verschil). Meeuwen (ook avondslaaptrek), steltlopers, spreeuwen en kleine zangvogels die op rotorhoogte aanvlogen, vertoonden vaker een reactie dan vogels op andere hoogten. Ook hier was de invloed van de windrichting op het aandeel vogels dat een reactie vertoonde, niet eenduidig.

Van de grote vogels (eenden, meeuwen en de groep overige grote vogels) die buiten de 100 m reageerden, vlogen er minder het windpark in dan van de vogels die binnen 100 m een reactie vertoonden. Dit gold in mindere mate ook voor kleine vogels (steltlopers, spreeuwen, kleine zangvogels).

De reacties van de vogels betroffen zowel koerscorrecties in het horizontale (echte trek 30% van alle waarnemingen, avondslaaptrek meeuwen 44%) en verticale vlak (10%, 11%) als andere reacties: meer dan één passagepoging (13%, 13%), het opsplitsen van groepen (12%, 22%), het kantelen van het lichaam (21%, 38%), een versnelde vleugelslag (13%, 14%) of het over de kop of achterover slaan (1%, 0%).

Horizontale koerscorrecties waren in het algemeen geleidelijk (met al dan niet grote bocht om windturbine of windpark vliegen, parallel aan eerste rij windturbines vliegen, rechtsomkeert maken). Het rechtsomkeert maken was daarbij het meest in het oog springend (11%, 4%). Bij echte trek werd er bij meewind vaker rechtsomkeert gemaakt dan bij tegen- of zijwind (geen verschil bij avondslaaptrek meeuwen). Bij echte trek vonden de meeste koerscorrecties plaats voordat de eerste rij windturbines was gepasseerd, bij avondslaaptrek van meeuwen was dat juist vaker het geval na passage van deze rij. Slechts in 25% van de gevallen keerden de vogels binnen het waarnemingsveld na passage naar de oude koers terug. Eenden en steltlopers deden dat zelfs nooit.

Spreeuwen en de groep van overige grote vogels bleken vaker van vlieghoogte te veranderen dan andere soorten of soortgroepen. De koerscorrecties in het verticale vlak vonden meestal vóór passage van de eerste rij windturbines plaats (bij avondslaaptrek meeuwen minder vaak dan bij echte trek). Mee-, zij- of tegenwind bleek geen rol te spelen bij het hoger of lager gaan vliegen. De koerscorrecties leidden slechts in 2% van alle reacties tot een passage van het windpark door over de windturbine heen te vliegen. De rest passeerde het windpark op windturbinehoogte.

Eenden passeerden de eerste windturbinerij het vaakst in één keer; zangvogels hadden daar gemiddeld de meeste pogingen voor nodig. Individuele eenden

en meeuwen hadden meer pogingen nodig om deze rij te passeren dan groepen van deze vogels.

Bij echte trek bleek meewind de passage in één keer te begunstigen, terwijl zijwind deze negatief bleek te beïnvloeden. Bij de avondslaaptrek van meeuwen was er geen verschil.

Steltlopers, meeuwen en kleine zangvogels bleken vaker kantelen van het lichaam te vertonen dan eenden, de groep van overige grote vogels en spreeuwen. De windrichting had op het wel of niet kantelen van het lichaam geen invloed.

De reacties van meeuwen op avondslaaptrek waren over het algemeen kalmer dan bij echte trek van meeuwen. Dit zou op enige gewenning van lokale vogels aan het windpark kunnen wijzen.

Van alle waarnemingen van echte trek bij de eerste rij windturbines vonden er 14 (1,2%) in het rotorvlak plaats (3,5% van alle op rotorhoogte aanvliegende vogels). Met uitzondering van een aalscholver vertoonden alle vogels (zes soorten of soortgroepen) een reactie. Alle vlogen tussen de draaiende rotorbladen door. Daarbij werd geen enkele vogel geraakt. Twee kleine zangvogels werden na passage wel door het zog naar beneden geslagen, maar raakten daarbij (net) niet het aardoppervlak. Het neerslaan van vogels door zog of valwinden achter obstakels is in de literatuur verscheidene malen beschreven (overzicht in Winkelman 1992c).

Van de zes meeuwen op avondslaaptrek die in het rotorvlak werden waargenomen (2% van aantal waarnemingen, 4% van die op rotorhoogte), vertoonden alle een reactie. Twee vogels keerden vóór passage terug, vier vlogen tussen de draaiende rotorbladen door. Grote vogels bleken het windpark bij nadering vaker te mijden of voortijdig te verlaten dan kleine vogels.

Het aantal vogels dat binnen het rotorbereik van de eerste rij windturbines is gekomen, bleef ver achter bij het aantal dat op grond van het aantal op rotorhoogte aanvliegende vogels werd verwacht (echte trek 14 in plaats van 64, avondslaaptrek 6 in plaats van 27). Deze waarnemingen wijzen op een actief uitwijkgedrag van de vogels.

Winkelman (1992c) berekende voorts dat het aantal vogels dat volgens het vliegpadonderzoek de tweede rij windturbines niet passeerde, in dezelfde orde van grootte lag als de geconstateerde reductie van het aantal trekvogels ter plekke als gevolg van de bouw van het windpark. Ook dit wijst erop dat de vogels op betrekkelijk korte afstand van het windpark reageerden en dat dit niet al op honderden meters voor de windturbines of nog verder weg gebeurde.

Uit studies aan kleine en grote windturbines (overzicht in Winkelman 1992c) blijkt dat de in het windpark nabij Oosterbierum vastgestelde reactietypen, afwijkingen in vliegrichting na koerscorrectie en de gevonden aanduiding voor enige gewenning niet op zichzelf staan. De studies duiden er eveneens op dat slechts weinig vogels het rotorvlak doorkruisen en dat de meeste vogels, met uitzondering van ganzen en zwanen, pas op relatief korte afstand van de windturbines reageren.

Conclusie Vogels die overdag tijdens lokale of echte trek windturbines passeren die ver uit elkaar staan (tien keer de rotordiameter), passen binnen 100 m hun passage-afstand en eventueel hun vlieghoogte zodanig aan dat het

rotorvlak en de directe omgeving ervan zoveel mogelijk worden gemeden. Wanneer de afstand tussen de windturbines klein is (vijf keer de rotordiameter) vindt er nauwelijks aanpassing van de passage-afstand en de vlieghoogte plaats. Dit leidt dan tot een groter aandeel vogels dat een reactie vertoont binnen 100 m van de windturbine. Bij kleine afstanden tussen de windturbines wordt er echter verder dan 100 m juist vaker uitgeweken dan in de eerste situatie.

Een kleine afstand tussen de windturbines in een cluster-opstelling geeft bij overdag trekkende vogels dus meer verstoring (ontwijkgedrag) op afstand (verder dan 100 m) en meer reacties dichtbij (minder dan 100 m) dan bij een grote afstand tussen de windturbines. De vogels zullen dus bij een grote afstand tussen de windturbines minder aanvliegproblemen hebben en minder energie verspillen aan handelingen die niet direct iets met de trek zelf te maken hebben. Uit energetisch oogpunt bekeken is dit voordelig. Dit houdt niet in dat bij een grote afstand tussen de windturbines meer gevaarlijke passages optreden (meer aanvaringskansen) dan bij een kleine afstand daartussen. Bij een grote afstand wordt het rotorvlak en directe omgeving namelijk meer gemeden dan bij een kleine afstand.

6. Aanvlieggedrag 's nachts

De reacties van vogels die 's nachts (draaiende) windturbines naderen, is in Nederland in 1988 bestudeerd in het windpark nabij Oosterbierum met behulp van een warmtebeeldcamera (Winkelman 1992b). In totaal werden in de herfst van dat jaar tijdens de schemering en duisternis 51 reacties in en rond het rotorvlak geregistreerd (2 eenden, 1 kievit, 2 meeuwen en 46 zangvogels). Hiervan vlogen er 24 met meewind op de rotor af en 23 met tegenwind (4 onbekend). Een gelijke verdeling over mee- en tegenwind (20, respectievelijk 22) was ook te zien voor de groep zangvogels afzonderlijk.

Evenals overdag konden 's nachts twee typen reacties worden onderscheiden: (1) zonder enige aarzeling of wijziging in vliegptraan op de windturbine aanvliegen en (2) aanvliegen met een duidelijk gewijzigd vliegptraan (versnelde vleugelslag, kantelen lichaam, ingehouden vlucht). 's Nachts bleken slechts in 43% van de gevallen de vogels normaal op de windturbines aan te vliegen (tegen 92% overdag). Vooral met tegenwind kwamen veel vogels fladderend aanvliegen (87%, bij meewind 71% normaal; dit is verschillend met situatie overdag: geen verschil tussen mee- en tegenwind).

In 36% van de gevallen passeerden de op de draaiende rotor aanvliegende vogels 's nachts het rotorvlak niet (niet verschillend van de situatie overdag, en geen verschil tussen mee- en tegenwind). Als het rotorvlak wel werd gepasseerd, vlogen de vogels paniekeriger dan wanneer het rotorvlak niet werd gepasseerd. In twee gevallen passeerden de vogels het rotorvlak zonder zichtbare reactie in het beeldveld van de camera (beide met meewind). Beide keren botste de vogel tegen een rotorblad. Daarnaast werden nog drie directe botsingen met een rotorblad gezien (alle drie bij tegenwind en voorafgegaan door hevig fladderen). Verder werden nog zes vogels die met meewind kwamen aanvliegen, na passage van het rotorvlak door het zog naar beneden geslagen, waarvan 50% met dodelijke afloop. In totaal vond 's nachts in 28% van de gevallen een botsing (inclusief neerslaan door zog) plaats. In 70% van

de botsingen (20% van het aantal vogels in beeldveld) overleefde de vogel de botsing niet.

Uitgaande van alle tijdens de schemering en duisternis op de rotoren aanvliegende vogels, bleek 22% een reactie te vertonen (tegenover 8% overdag). Ook op soort(groep)niveau was dit verschil meestal aanwezig. In totaal kwam 5% van alle loodrecht op de rotoren aanvliegende en het rotorvlak passerende vogels met de windturbine of het zog achter de rotor in botsing.

Het aantal waargenomen passages in het rotorvlak bleek, vergeleken met het verwachte aantal (op grond van het berekende aantal passages door de gehele buitenste rij windturbines en een gelijkmatige verdeling van de vogels over die rij), met 30% te zijn afgenomen. Het aantal vogels per 50 m windpark zonder rotoren bleek 46% hoger te liggen dan per 50 m windpark met rotoren. De waargenomen aantallen boven en onder rotorhoogte namen echter niet toe. Volgens berekening boog gemiddeld 24% van de min of meer loodrecht op de rotor aanvliegende vogels buiten het beeldveld van de camera (> 24 m afstand van het middelpunt van de rotor) iets af om zonder verdere confrontatie met de draaiende rotor tussen de windturbines door te vliegen.

Conclusie Er zijn geen aanwijzingen dat de vogels windparken 's nachts op grote afstand mijden. Een kwart van de vogels die min of meer recht op de rotoren aanvliegen, blijkt de draaiende rotor te ontwijken door tussen de windturbines door te vliegen. De botsingskans van recht op de rotor aanvliegende en het rotorvlak passerende vogels is klein (5%), zodat bij niet al te slecht zicht ook tijdens de betere treknachten geen al te grote aantallen slachtoffers verwacht behoeven te worden.

's Nachts bleek binnen 20 m afstand van het middelpunt van de rotor 43% van de vogels zonder verandering in het vliegpatroon op de draaiende rotor af te vliegen. Overdag was dat 92%. 's Nachts kwam met meewind 29% met versnelde vleugelslag aanvliegen, bij tegenwind 87% (overdag geen verschil tussen mee- en tegenwind). Overdag keerde 15% terug, steeds zonder zichtbare paniek ('s nachts 36%, maar verschil niet significant). De overige vogels passeerden, veelal sterk fladderend en met kantelend lichaam, het rotorvlak.

7. Aanwijzingen voor een verantwoorde plaatsing

Uit het onderzoek in het windpark nabij Oosterbierum (Winkelman 1992c) is gebleken dat een aanzienlijk deel van de vogels die overdag een windpark naderen, het park niet binnenvliegt of, wanneer dit wel het geval is, dit weer snel verlaat. Bij de volgende rij windturbines lijkt hetzelfde op te treden (groot deel rij niet passeren of erna het windpark alsnog verlaten). Vanuit dit oogpunt is een lijnopstelling in de richting van de belangrijkste trekrichting de meest verantwoorde configuratie. Het obstakel dat moet worden gepasseerd, is dan immers slechts één windturbine breed. Bij een lijnopstelling dwars op de hoofdtrekrichting en bij een cluster-opstelling is dat aantal aanzienlijk meer. Wanneer de vogels echter het windparkgebied in vele richtingen doorkruisen, is daarentegen juist een cluster-opstelling te prefereren boven een lijnopstelling.

Uit het verstoringsonderzoek in het windpark nabij Urk (Winkelman 1989), in het windpark nabij Oosterbierum (Winkelman 1992c) en in windparken in het buitenland (voor overzicht zie Winkelman 1992c) is gebleken dat pleisterende vogels de buitenste rij windturbines van een windpark tot een afstand van 500 m kunnen mijden (afstand en mate waarin verstoring optreedt soortafhankelijk). In het windpark nabij Oosterbierum (drie rijen van zes windturbines, afstand vijf en tien keer de rotordiameter) was dit een gebied van 315 ha. Wanneer de 18 windturbines in een lijnopstelling zouden zijn geplaatst, dan zou het verstoorde gebied een oppervlakte van 370 ha hebben beslaan. Zouden de windturbines alle op een afstand van tien keer de rotordiameter zijn geplaatst, dan zou de oppervlakte van het verstoorde gebied in beide gevallen uiteraard groter zijn geweest. Vanuit verstoringsoogpunt is een cluster-opstelling dus te prefereren boven een lijnopstelling.

Ook vanuit het slachtofferaspect is een cluster-opstelling mogelijk te prefereren boven een lijnopstelling (Winkelman 1992c). Bij de lijnopstelling nabij Urk was het aantal aanvaringsslachtoffers namelijk gelijk verdeeld over het windpark (Winkelman 1989), terwijl in de cluster-opstelling nabij Oosterbierum het erop leek dat de middelste windturbines wat minder slachtoffers hadden geleverd (Winkelman 1992c). In het windpark nabij de Kreekraksluizen werden bij de noordelijke van de vijf in lijn opgestelde windturbines bij de meest noordelijke windturbine meer vogelslachtoffers gevonden dan bij elk van de overige windturbines (Musters *et al.* 1991).

De onderlinge afstand tussen windturbines speelt niet alleen een rol bij de oppervlakte van het verstoorde gebied, maar heeft ook invloed op het gedrag van passerende vogels. Uit het onderzoek in het windpark nabij Oosterbierum (Winkelman 1992c, 1992d) is gebleken dat bij vogels die op meer dan 100 m afstand van het windpark passeren, de mate van verstoring bij een hoge windturbinedichtheid (afstand tussen de windturbines vijf keer de rotordiameter) groter is dan bij een lage dichtheid (tien keer de rotordiameter). Hetzelfde geldt ten aanzien van het aantal reacties bij vogels die binnen 100 m afstand van de windturbines passeren. Vogels hebben bij een grote onderlinge afstand tussen de windturbines dus minder aanvlieproblemen dan bij een kleine afstand tussen de windturbines. Vanuit energetisch oogpunt is dit voordelig, omdat de vogels minder energie besteden aan handelingen die niet direct met de trek zelf te maken hebben.

Overigens betekent dit niet dat bij een lage windturbinedichtheid meer gevaarlijke passages (meer aanvaringskansen) optreden. Bij een lage dichtheid wordt het rotorvlak en de directe omgeving namelijk meer gemeden dan bij een hoge dichtheid het geval is (Winkelman 1992c).

Conclusie Het effect van de configuratie van een beoogd windpark op de avifauna ter plekke hangt sterk af van de functies van het gebied voor vogels (broedgebied, pleisterplaats, doortrekgebied) en van de soortensamenstelling van de vogelwereld. Indien er weinig vogels in het gebied pleisteren, maar er in het voor- of najaar wel veel vogels doortrekken, dan heeft een lijnopstelling evenwijdig aan de hoofdtrekrichting de voorkeur. Indien er sprake is van verschillende belangrijke trekrichtingen (bijvoorbeeld een gebied met veel echte trek en veel slaap- of getijdetrek), dan heeft een open cluster de voorkeur. Indien een gebied vooral voor pleisterende vogels van belang is en er weinig

trekbewegingen voorkomen, dan zou de voorkeur moeten uitgaan naar een dichte cluster. Indien een gebied voor beide van belang is, dan zou een open cluster de voorkeur moeten hebben, tenzij men aan het verstoringaspect meer waarde hecht dan aan het slachtofferaspect of de verstoring van langs trekkende vogels. Dit laat zich schematisch als volgt samenvatten (- = ongunstig, 0 = minder ongunstig, Winkelman 1992c):

Bijlage 2. Weersgesteldheid tijdens de tellingen. Aangegeven zijn de waargenomen minimum- en maximumwaarden.

Datum	Bewol- king	Zicht (km)	Tempera- tuur (°C)	Wind- richting	Windkracht (Beaufort)	Zon (%)	Neerslag
16.12	0	> 3	6	ZW	5	100	-
24.12	8	0,4-0,6	4	ZW	3-4	0	-
06.01	8	0,1-0,2	-6	ZO	3-4	0	-
13.01	6	> 5	2	ZW	8	25-50	-
20.01	8	2-4	4	ZW	7	0	regen
27.01	6	> 5	5	NW	3-4	20-40	-
03.02	8	0,3-0,4	4	ZW	5	0	motregen
10.02	8	0,3-0,4	2	ZO	4-5	0	motregen
17.02	8	> 5	3	NW	6	0	-
24.02	8	0,2-0,6	4	ZW	3	0	-
03.03	7	> 5	-1	NO	5-6	10-20	-

Bijlage 3. Watervogeltellingen (per zone) tussen Schokkerhaven en de Ketelbrug (paal 37.6-31.4) in 1992/1993 met windrichting en windkracht.

Soort	16.12 ZW/5	24.12 ZW/3-4	06.01 ZO/3-4	13.01 ZW/8	20.01 ZW/7	27.01 NW/3-4	03.02 ZW/5	10.02 ZO/4-5	17.02 NW/6	24.02 ZW/3	03.03 NO/5-6	Totaal
Fuut												
1	3	5	-	-	3	8	1	25	25	23	28	121
2	2	4	-	-	-	1	1	8	12	27	9	64
3	1	5	-	1	-	-	-	5	2	5	2	21
4	1	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	6
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aalscholver												
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1	2	-	3	4	-	-	-	-	27	1	38
3	53	98	-	9	-	1	-	-	-	18	9	188
4	55	148	-	6	8	20	-	-	-	130	2	369
5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	16
Blauwe reiger												
1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	3
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1

[illegible]

[illegible]

[illegible][illegible]

Vervolg bijlage 3.

Soort	16.12 ZW/5	24.12 ZW/3-4	06.01 ZO/3-4	13.01 ZW/8	20.01 ZW/7	27.01 NW/3-4	03.02 ZW/5	10.02 ZO/4-5	17.02 NW/6	24.02 ZW/3	03.03 NO/5-6	Totaal
Bergeend												
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kolgans												
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	113	-	27	-	-	-	-	-	140
Toendrarietgans												
1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	2*	558	-	48	-	-	-	-	-	608 ^{2*}

Vervolg bijlage 3.

Soort	16.12 ZW/5	24.12 ZW/3-4	06.01 ZO/3-4	13.01 ZW/8	20.01 ZW/7	27.01 NW/3-4	03.02 ZW/5	10.02 ZO/4-5	17.02 NW/6	24.02 ZW/3	03.03 NO/5-6	Totaal
Meerkoet												
1	803	975	-	181	119	495	147	243	123	165	44	3295
2	763	246	-	-	-	21	1	18	-	8	5	1062
3	14	3	-	-	-	-	-	-	-	-	40	57
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	350	885	1235
5	1	96	-	8	63	5	-	49	7	41	29	299
6	-	-	-	-	95	-	-	-	-	4	6	105
7	-	-	65	-	-	311	125	210	-	26	-	737
Scholekster												
1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kievit												
1	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	100	-	1	-	-	-	-	21	-	-	122

[illegible]

Grote mantelmeeuw

Zilvermeuw

[illegible]

Vervolg bijlage 3.

Soort	16.12 ZW/5	24.12 ZW/3-4	06.01 ZO/3-4	13.01 ZW/8	20.01 ZW/7	27.01 NW/3-4	03.02 ZW/5	10.02 ZO/4-5	17.02 NW/6	24.02 ZW/3	03.03 NO/5-6	Totaal
Stormmeeuw												
1	1	4	5	5	-	18	11	12	18	19	1	94
2	-	38	1	4	-	7	9	6	23	8	-	96
3	3	32	-	2	-	12	-	1	-	-	-	50
4	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	49	20	56	67	3	4	199
Drieteenmeeuw												
1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kokmeeuw												
1	7	38	11	14	3	5	2	5	5	3	1	94
2	2	17	4	5	-	5	-	2	8	1	-	44
3	4	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
4	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	4
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	12	-	-	-	79	-	19	12	-	-	122

Vervolg bijlage 3.

Soort	16.12 ZW/5	24.12 ZW/3-4	06.01 ZO/3-4	13.01 ZW/8	20.01 ZW/7	27.01 NW/3-4	03.02 ZW/5	10.02 ZO/4-5	17.02 NW/6	24.02 ZW/3	03.03 NO/5-6	Totaal
Zwartkopmeeuw												
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totaal	5989	18083	2319	1861	1894	9845	3336	5463	3430	7297	6279	65796

* = aangeschoten, gewonde of zieke vogels.

Bijlage 5. Aantallen tafeleenden, kuifeenden, brilduikers en wilde eenden per kilometer dijktraject buitendijks tussen de Ketelbrug en Schokkerhaven tijdens elf tellingen in de periode van half december 1992 tot begin maart 1993.

Soort	Dijktraject (palen)					
	31.5-32.5	32.6-33.5	33.6-34.5	34.6-35.5	35.6-36.5	36.6-37.5
16.12:						
Tafeleend	-	6	11	72	94	163
Kuifeend	17	-	-	162	270	2225
Brilduiker	1	14	6	3	11	5
Wilde eend	313	329	143	353	78	8
24.12:						
Tafeleend	1103	795	566	156	364	1170
Kuifeend	3168	2470	667	426	1021	2583
Brilduiker	2	8	8	9	4	3
Wilde eend	371	336	314	212	116	238
06.01:						
Tafeleend	170	28	-	12	8	6
Kuifeend	42	375	12	135	145	48
Brilduiker	10	-	1	1	1	-
Wilde eend	962	17	55	50	75	25
13.01:						
Tafeleend	4	40	-	-	-	-
Kuifeend	14	59	-	-	-	6
Brilduiker	2	8	4	9	-	5
Wilde eend	485	157	4	3	4	-
20.01:						
Tafeleend	-	-	-	-	-	-
Kuifeend	8	-	-	-	4	1
Brilduiker	-	-	-	3	7	2
Wilde eend	373	585	440	82	57	-

Vervolg bijlage 5.

Soort	Dijktraject (palen)									
	31.5-32.5	32.6-33.5	33.6-34.5	34.6-35.5	35.6-36.5	36.6-37.5				
27.01:										
Tafeleend	20	41	4	108	71	18				
Kuifeend	85	2210	609	2155	977	604				
Brilduiker	-	31	56	31	5	7				
Wilde eend	358	250	200	263	101	119				
03.02:										
Tafeleend	-	-	-	-	-	-				
Kuifeend	90	417	54	525	13	55				
Brilduiker	5	3	2	5	1	8				
Wilde eend	347	275	112	252	65	-				
10.02:										
Tafeleend	-	-	19	5	4	4				
Kuifeend	87	6	1150	977	651	847				
Brilduiker	2	-	2	2	-	-				
Wilde eend	307	54	123	187	145	58				
17.02:										
Tafeleend	-	8	24	-	-	4				
Kuifeend	270	447	1003	127	-	316				
Brilduiker	2	5	13	-	3	4				
Wilde eend	238	114	118	95	103	20				
24.02:										
Tafeleend	22	4	3	14	19	15				
Kuifeend	613	657	898	2052	798	515				
Brilduiker	-	-	1	-	-	-				
Wilde eend	106	86	88	85	65	41				

Vervolg bijlage 5.

Soort	Dijktraject (palen)					
	31.5-32.5	32.6-33.5	33.6-34.5	34.6-35.5	35.6-36.5	36.6-37.5
03.03:						
Tafeleend	18	9	3	26	-	17
Kuifeend	282	55	585	1052	136	904
Brilduiker	-	1	-	-	6	1
Wilde eend	92	14	49	21	69	40
Gemiddeld:						
Tafeleend	122	85	57	36	51	127
Kuifeend	425	609	453	692	365	737
Brilduiker	2	6	8	6	3	3
Wilde eend	359	202	150	146	80	50

Het bestellen van IBN-rapporten

IBN-rapporten kunnen besteld worden door overschrijving van het verschuldigde bedrag op gironummer 94 85 40 of banknummer 53.91.05.988 van het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen. Vermeld op de overschrijving: IBN- rapport ... en naam en afleveradres (als die afwijken van de naam en adres op de overschrijving).

Gebruik geen verzamelgiro omdat het adres van de besteller niet op onze bijschrijving komt zodat het bestelde niet kan worden toegezonden.

- 001 M.S.S. Lavaleije & N. Dankers 1993. Voorstudie naar de effecten van de garnaalenvisserij op de bodemfauna, met advies over te sluiten gebieden en uit te voeren onderzoek. 36 p. f 10,-
- 002 A.F.M. van Hees 1993. 'Tussen de Goren' bosreservaat Chaam; bossamenstelling en structuur in de steekproefcirkels. 93 p. f 25,-
- 003 G.J.D.M. Müskens & S. Broekhuizen 1993. Migratie bij Nederlandse dassen *Meles meles* (L., 1758). 32 p. f 10,-
- 004 P.F.M. Verdonschot, J.A. Schot & M.R. Scheffers 1993. Potentiële ecologische ontwikkelingen in het aquatisch deel van het Dinkelsysteem; onderdeel van het NBP-project Ecologisch onderzoek Dinkelsysteem. 128 p. f 35,-
- 005 M.A. Elbers & P.E.T. Douben 1993. Effecten van stoffen op de Nederlandse natuur: een inventarisatie. 92 p. f 25,-
- 006 J.J.W.M. Brouns, C. van der Kraan, E. Schurink, K.W. Smilde & H.J.P.A. Verkaar 1993. Saneringstechnieken in het landelijke gebied. 76 p. f 20,-
- 007 W. Schuring, A. Boekestein, K. Hulsteijn & F. Thiel 1993. De verdamping van stadsbomen; huidmondjesfrequenties en -afmetingen van enige voor het stedelijk groen interessante boomsoorten. 39 p. f 10,-
- 008 A.L.J. Wijnhoven 1993. Biologisch-ecologische studie 'De Warande' Oosterhout; de effecten van de bouw van 14 grote woonhuizen op de actuele en potentiële natuurwaarden van het zuidelijk deel van het recreatieoord 'De Warande'. 23 p. f 10,-
- 009 P.J.W. Hinssen 1993. Planning, gebruik en beheer van de stedelijke groene ruimte; een verkenning van de ontwikkelingen in de openbare groene ruimte, kwalitatief en kwantitatief, en een aanzet tot een systematiek voor de planning en evaluatie. 65 p. f 20,-
- 010 C.D. Léon 1993. Kwaliteit van en herstelparameters voor chemisch belaste ecosystemen. 185 p. f 45,-
- 011 F.J.J. Niewold 1993. Raamplan voor behoud en herstel van leefgebieden van korhoenders (*Tetrao tetrix*) in Midden-Brabant. 158 p. f 35,-
- 012 H. Siepel et al. 1993. De internationale betekenis van Nederland voor de fauna; 1. de terrestrische fauna. 234 p. f 60,-
- 013 H.C. Greven (red.). Bermbeheer Zuid-Holland; een beslismodel voor de ontwikkeling van natuurlijke vegetaties in wegbermen. 75 p. f 20,-
- 014 F.J.J. Niewold 1993. Effectiviteit bij de muskusrattenbestrijding; muskusratenvangsten tijdens een onderzoek naar onbedoeld gevangen dieren. 46 p. f 15,-
- 015 H.N. Siebel 1993. Bosontwikkeling in de Lauwersmeer. 27 p. f 10,-

- 018 L. Jans 1993. Inventarisatie van de natuurlijke verjonging van de dominante boomsoorten in het bosgebied van het park 'De Hoge Veluwe'. 61 p. f 20,-
- 019 N.H. Edelenbosch & P.W. Goedhart 1993. Een methode voor het bepalen van het aanwezige volume per rondhoutsortiment in een partij hout die op stam verkocht wordt; een studie voor de grove den. 46 p. f 15,-
- 020 N.C.M Maes 1993. Genetische kwaliteit inheemse bomen en struiken; deelproject: randvoorwaarden en knelpunten bij behoud en toepassing van inheems genenmateriaal. 88 p. f 25,-
- 022 T.A. de Boer 1993. Het gebruik van binnen- en buitenstedelijk groen in Utrecht. 101 p. f 35,-
- 023 H. Siepel et al. 1993. De internationale betekenis van Nederland voor de fauna; 2. De aquatische fauna. 112 p. f 35,-
- 027 L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans 1993. De mogelijke hinder van een 8 MW windpark langs de Noordermeerdijk (NOP) voor vogels. 95 p. f 25,-
- 028 L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans 1993. De mogelijke hinder van een 10 MW windpark langs de Zuidermeerdijk (NOP) voor vogels. 82 p. f 25,-